

Arbeit unter Leitung von P.-D. Dr. O. Winterstein
und P.-D. Dr. F. Lüthy

Über Nervennähte an den Extremitäten

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

Kurt Bachmann

von Meilen

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. A. Brunner

Zürich 1949
Buchdruckerei Fluntern
Plattenstrasse 27

Arbeit unter Leitung von P.-D. Dr. O. Winterstein
und P.-D. Dr. F. Lüthy

Über Nervennähte an den Extremitäten

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

Kurt Bachmann

von Meilen

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. A. Brunner

Zürich 1949
Buchdruckerei Fluntern
Plattenstrasse 27



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507221_0021

EINLEITUNG

Die Nervennaht ist eine verhältnismässig junge Operation, der man anfänglich grosses Misstrauen entgegen brachte. Ende des 18. Jahrhunderts wurden die ersten Versuche einer Nervennaht anlässlich unzähliger Experimente über die Zusammenheilung funktionell verschiedener Nervenfasern unternommen. Aber erst im Jahre 1828 gelang *Flourens* eine erfolgreiche Wiedervereinigung durchschnittener Nerven an Tieren und in seiner bahnbrechenden Arbeit: «*Expériences sur la réunion et la cicatrisation des plaies de la moëlle et des nerfs*» finden wir die erste Veröffentlichung von Bedeutung.

Baudens hat im Jahre 1836 als erster die Nervennaht am Menschen ausgeführt. Der Patient ging aber acht Tage nach der Operation an einer Nachblutung infolge der erlittenen Verletzungen zugrunde und so geriet diese erste Nervennaht in Vergessenheit. Näher verfolgt wurden die von *Langier* und *Nélaton* im Jahre 1864 ausgeführten Nervennähte. Ersterer nähte den Medianus nach einer Vorderarmverletzung, letzterer nach Exstirpation eines Neuroms. Beide Operationen erregten grosses Aufsehen und bald wurde die Nervennaht von vielen Chirurgen wie *Verneuil*, *Richet*, *Letiévant*, *Dupuytren* u. a. erfolgreich ausgeführt. In den 70-er Jahren waren vor allem deutsche Autoren wie *Hirter*, *Vogt*, *Simon*, *v. Langenbeck*, *Esmarch*, *Busch*, *König*, *Krönlein* u. a. auf dem Gebiet der Nervenoperation tätig. Die grössten Fortschritte und Erfahrungen auf dem Gebiet der Neurochirurgie brachten zweifellos die beiden Weltkriege mit ihren zahlreichen Nervenverletzungen. *Oltramare* berechnet die Nervenläsionen im letzten Weltkrieg auf 18—20 % der Gliederverletzungen.

Ist ein Nerv durchtrennt worden, so kommt es bald zu Zerfallsvorgängen in den Nervenkabeln, die bis ins periphere Ende fortschreiten. Auch der zentrale Stumpf entartet bis zum nächsten *Ranvier'schen* Schnürring. Zwischen den beiden Nervenenden entsteht durch Neubildung der *Schwann'schen* Zellen ein Keimgewebe, das sich später in ein Narbengewebe umwandelt.

Die Wiederherstellung der Leitung geht vom körpernahen Ende des Stumpfes durch Aussprossen der Achsenzyylinder vor sich. Diese feinen Sprosse wachsen durch das zwischen den Nervenstümpfen ausgebildete Keimgewebe in den peripheren Nervenabschnitt vor. Aufgabe des Chirurgen ist es nun, diese neugebildeten Achsenzyylinder in die richtigen Bahnen zu lenken und zu verhindern, dass sie wirt durcheinanderwachsend im Narbengewebe stecken bleiben.

Je nach dem Operationstermin unterscheidet man zwischen *Primär-, Spät- und Sekundärnaht*, drei grundlegende Begriffe auf dem Gebiet der Nervennaht. Man spricht von einer Primärnaht, wenn der Nerv sofort nach der Verletzung anlässlich der ersten Wundversorgung genäht wird. Eine Nervennaht, die erst nach Wochen oder Monaten ausgeführt wird, heisst Spätnaht. Wird ein erfolglos genähter Nerv später nochmals freigelegt und eine zweite Naht gesetzt, so handelt es sich um eine Sekundärnaht.

Vorliegende Arbeit befasst sich mit der eingehenden Untersuchung von 30 Patienten mit Friedensnervenverletzungen der Extremitäten.*) Das Krankengut stammt aus der Praxis von Privatdozent Dr. O. Winterstein, Zürich, und setzt sich zusammen aus den in den Jahren 1937—1947 ausgeführten Spät- und Sekundärnähten.

Zunächst wollen wir uns über die Aetiologie und Art der Nervenlähmung auseinandersetzen, dann auf die Lokalisation der Nervenverletzungen eingehen. In einem zweiten Abschnitt werden die einzelnen Nervenverletzungen besprochen und zum Schluss dieser Arbeit folgt eine Betrachtung der Resultate, wobei auch die Ergebnisse anderer Autoren erwähnt werden sollen.

*) Die Nervenverletzungen, die keine Nervennaht, sondern andere chirurgische Eingriffe (Neurolysen) benötigten, werden von Zoller bearbeitet.

Erster Teil

I. Aetiologie und Art der Nervenlähmung

Die Nervenlähmungen sind meist traumatischen Ursprungs. Dieser grossen Zahl gegenüber finden wir nur wenige Lähmungen anderer Genese. So sehen wir bei 30 Patienten 26 Nervenverletzungen durch Unfall, während nur 4 Lähmungen anderer Aetiologie sind. Zweimal handelt es sich um Nervenverletzungen, die versehentlich bei Operationen gesetzt wurden (Krankengeschichte 26 und 28). Die Beobachtung Nr. 25 berichtet über eine Nervenlähmung durch Cibazoleinspritzung und einmal bestand ein Neurinom, das allerdings keine Lähmung, aber starke Schmerzen verursachte (Krankengeschichte 6).

Unter den traumatischen Lähmungen sind weitaus am häufigsten die *Schnitt-, Stich-, Hieb- und Schussverletzungen*. Hierbei besteht ein grosser Unterschied zwischen den Friedens- und den Kriegsverletzungen. Im Krieg spielen die Schussverletzungen die Hauptrolle. Foerster sah im ersten Weltkrieg auf 3907 Nervenschussverletzungen nur 56 Nervenläsionen anderer Genese. In der Statistik von Oberndörffer hingegen finden sich unter 287 perkutanen Friedensnervenverletzungen 128 Schnitt-, 46 Stich- und 22 Hiebverletzungen neben 91 Lähmungen anderer Art.

Unter 30 Eigenbeobachtungen finden wir 18 Lähmungen durch perkutane Schnitt- oder Stichverletzungen; 7 mal am Ulnaris, 6 mal am Medianus, 3 mal am Medianus und Ulnaris, 1 mal am Radialis und 1 mal am Tibialis. Die Hauptrolle spielen die *Glasscherbenverletzungen*. Es sind 9 Lähmungen, also genau die Hälfte, auf diese Ursache zurückzuführen. Nachfolgende Zusammenstellung zeigt die verschiedenartige Aetiologie bei unsern Patienten.

Tabelle 1

	bei 18 Patienten
Schnitt-, Stich- und Hiebverletzungen	« 4 «
Verkehrsunfälle	« 2 «
bei Operationen gesetzte Nervenverletzung	« 1 «
Metallsplitter	« 1 «
Schussverletzung	« 1 «
Splitterverletzung bei Bombardierung	« 1 «
Fraktur des Fibulaköpfchens	« 1 «
Cibazolinjektion	« 1 «
spontan entstandenes Neurinom	« 1 «

Nach dem makroskopisch-anatomischen Verhalten unterscheidet man Nervenlähmungen *mit* und *ohne Kontinuitätstrennung*. Die letzteren finden sich als *Nervenquetschungen*, die meist durch indirekte Gewalteinwirkung auf den Nerven zustande kommen. Isolierte Nervenquetschungen sind wegen der geschützten Lage der Nervenstämmen selten. Nur an wenigen exponierten Stellen ist eine direkte Einwirkung auf den Nerven möglich. So kann am Ellbogen der N. ulnaris, am Wadenbeinköpfchen der N. fibularis und in der Supraclaviculargrube der Plexus brachialis isoliert verletzt werden.

Bei jeder heftigen Nervenquetschung tritt eine Degeneration der Nervenfasern ein, was naturgemäss eine Störung der Leitfähigkeit bedingt. Die Ursachen einer solchen Nervenquetschung sind mannigfaltig. So können neben traumatischen Einwirkungen von aussen Tumoren, Aneurysmen, Kallusbildungen und Narben eine vollständige Lähmung hervorrufen. Die anatomischen Veränderungen bestehen entweder in einer spindeligen Verdickung des Nerven oder in einer Verschmälerung auf kurzer Strecke, manchmal typisch sanduhrförmig. Meistens ist die Läsionsstelle in eine derbe Narbenumklammerung eingebettet und mit der Umgebung verwachsen.

Oft findet man am freigelegten Nerven makroskopisch nicht die geringsten Veränderungen, obschon klinisch eine vollkommene Leitungsunterbrechung vorhanden ist. Bei Schussverletzungen wurde dieser Befund häufig an den nicht direkt getroffenen Nerven der Umgebung erhoben. Kölliker, Lehmann, Zülch, Stender u. a. sprechen von einer «Commotio nervi», die sie als Fernwirkung des Geschosses auffassen und darauf zurückführen, dass durch die Platzwirkung ein Nerv vorübergehend erschüttelt werden kann. Eine solche Lähmung dauert nur einige Stunden bis höchstens zwei Tage und ist völlig rückbildungsfähig.

Die Nervenverletzungen *mit* Kontinuitätstrennung lassen sich in *totale* und *partielle* einteilen. Der Nerv ist also entweder ganz durchtrennt und die beiden Enden ziehen sich mehr oder weniger zurück, oder er ist nur seitlich angeschnitten, wo-

bei ein Teil der Nervenfasern intakt bleibt. Am zentralen Stumpf bildet sich meist nach einigen Wochen ein Narbennurom; selten ist der Stumpf pinselartig aufgereisert. Das periphere Ende ist meistens stark verdünnt, weil der Nerv distal von der Unterbrechungsstelle einer Atrophie verfällt.

Die klinischen Symptome einer Totaldurchtrennung bestehen in vollkommener Lähmung einer bestimmten Muskelgruppe und entsprechendem Sensibilitätsausfall an der Haut. Bei einer partiellen Kontinuitätstrennung sind nicht alle von dem betroffenen Nerven versorgten Muskeln gelähmt oder die Sensibilität bleibt teilweise erhalten. Ebenso lässt eine rein motorische oder rein sensible Lähmung auf eine partielle Durchtrennung schließen.

Nervenverletzungen mit Kontinuitätstrennung entstehen vorzugsweise durch Schnitt-, Stich- oder Schussverletzungen, wobei aber nicht immer eine Totaldurchtrennung zu erfolgen braucht. Es ist auffallend, dass wir bei 18 Verletzungen durch scharfes Trauma nur 7 Totaldurchtrennungen finden. Das liegt wohl darin begründet, dass einerseits das Trauma nicht heftig genug war, um den geschützt zwischen den Muskeln eingebetteten Nerven total zu durchtrennen, anderseits aber dem Nerven dank seiner anatomischen Lage ein Ausweichen und Nachgeben möglich ist. Der Nerv liegt meistens in einer dünnen Fettgewebsschicht und hat gewöhnlich mehrere Millimeter passive Seitenbeweglichkeit; er kann also dem traumatisierenden Vorgang ausweichen.

Von unsern 30 Patienten kamen 29 zur Operation. Von diesen zeigten drei gleichzeitig Läsionen an zwei Nerven (Medianus und Ulnaris); es ergeben sich also 32 Nervenverletzung. Bei der operativen Freilegung wurde folgender Befund erhoben:

12 totale Kontinuitätstrennungen	= 37,5 %
13 partielle Kontinuitätstrennungen	= 40,6 %
7 ohne Kontinuitätstrennungen	= 21,9 %

Die partiellen Kontinuitätstrennungen sind mit 40,6 % am häufigsten. Darunter sind alle Nervenläsionen gerechnet, bei denen ein Teil des Nervenstammes unversehrt erschien; auch seitliche Nervenarben sind hier mitgezählt. Die Nervenbrücke zwischen distalem und proximalem Abschnitt war aber mitunter so zart, dass makroskopisch nicht mit Sicherheit entschieden werden konnte, ob wirklich intakte Nervenkel darin enthalten waren. Auch die Zahl der Totaldurchtrennungen ist nach unsern Beobachtungen verhältnismässig hoch (37,5 %). Nach andern Autoren schwankt der Prozentsatz beträchtlich. An Hand von Schussverletzungen berechnet z. B. Finkelnburg die Totaldurch-

trennungen auf 4—5%, während sie nach Melchior 75% betragen soll.

Die Verteilung der Totaldurchtrennungen auf die einzelnen Nerven ist folgende:

Tabelle 2

Nerv	Zahl der Verletzungen	Totaldurchtrennungen
Ulnaris	13	6
Medianus	11	2
Radialis	4	3
Musculocutaneus	1	0
Plexus brachialis	1	0
Fibularis	1	1
Tibialis	1	0

II. Die Lokalisation der Nervenverletzungen

Was die Häufigkeit der Lokalisationen betrifft, überwiegen die Nervenläsionen der obern Extremität an Zahl erheblich die der untern. Bei unsern 30 Patienten finden sich 27 Nervenverletzungen an der obern Extremität, gegenüber von nur 3 an der untern. 14 mal war der rechte Arm, 13 mal der linke Arm und dreimal das linke Bein verletzt.

Auf die einzelnen Nerven verteilt, ergibt sich folgendes Zahlenverhältnis:

Tabelle 3

Verletzung des	Ulnaris	bei 10 Patienten
«	Medianus	« 8 «
«	Medianus + Ulnaris	« 3 «
«	Radialis	« 4 «
«	Musculocutaneus	« 1 «
«	Plexus brachialis	« 1 «
«	Fibularis	« 2 «
«	Tibialis	« 1 «

An erster Stelle steht der *Ulnaris*. Ueber ähnliche Verhältnisse berichtet Jost, der unter 19 Nervenverletzungen 8 Ulnaris, 6 Medianus, 2 Radialis, 2 Ulnaris und Medianus, und 1 Plexus brachialis findet. Bei Kriegsverletzungen fanden Oppenheim und Lehmann ebenfalls den Ulnaris am häufigsten lädiert, während Foerster und Wexberg die Radialisverletzungen an erster Stelle sahen.

Die überwiegende Mehrzahl der Nervenverletzungen liegt am Handgelenk, wie aus der Zusammenstellung der drei Hauptnerven des Armes hervorgeht.

Tabelle 4

10 Ulnarisverletzungen, davon	3	am Handgelenk
	2	distalen Unterarm
	1	proximalen Unterarm
	2	Ellbogen
	2	distalen Oberarm
8 Medianusverletzungen, davon	7	Handgelenk
	1	distalen Unterarm
3 Medianus- + Ulnaris- verletzungen	1	Handgelenk
	1	Mitte Unterarm
	1	distalen Oberarm
4 Radialisverletzungen, davon	1	proximalen Unterarm
	2	distalen Oberarm
	1	Mitte Oberarm

Der grösste Teil dieser Verletzungen ist während der Arbeit eingetreten. Darin liegt wohl der Grund, dass von den 25 Armnervenverletzungen 11 am Handgelenk liegen, wobei der Medianus am häufigsten lädiert wird.

Die Lokalisation der Nervenverletzung bedingt ihre Symptomatologie. Je nach dem Sitz der Leitungsunterbrechung haben wir verschiedene motorische und sensible Ausfallserscheinungen zu erwarten, da der Nervenstamm seine Aeste in bestimmter Reihenfolge abgibt.

Die *trophischen Störungen* sind im Allgemeinen unabhängig von der Höhenlokalisation einer Nervenverletzung. Kurze Zeit nach dem Unfall kommt es zu einer Ernährungsstörung sämtlicher Gewebe, besonders auffallend an der Haut und an den Muskeln. Die Haut erscheint glänzend, glatt, oft rissig und livid verfärbt, mitunter ödematös. Die volaren Hautleisten flachen sich ab. Schlecht heilende Geschwüre und Spontanekrosen sind neben Ausschlägen der verschiedensten Art beobachtet worden. Die Schweissekretion ist häufiger vermindert als verstärkt und setzt bei Totaldurchtrennungen völlig aus. Hie und da kommt es zum Haarausfall. Die Fingernägel werden spröde, wachsen langsamer, wölben sich stärker in der Längs- als in der Querrichtung, bekommen Längsstreifen und das Nagelbett springt unter dem Nagel wulstartig vor (Alfoeldi-Zeichen). Die Hauttemperatur ist im Vergleich zur gesunden Seite deutlich vermindert und in kalten Jahreszeiten sind die gelähmten Finger oft steif und lividrot verfärbt. Nach relativ kurzer Zeit tritt eine deutlich sichtbare Atrophie der gelähmten Muskeln auf und oft atrophieren die Endglieder der gelähmten Finger in spitz zulaufender Form.

Auf die Vielseitigkeit des Symptomenbildes der motorischen und sensiblen Lähmungen wird in vorliegender Arbeit nicht näher eingegangen. Eine detaillierte Aufführung der Symptomatologie geben Foerster und Bodechtel.

Zweiter Teil

Die einzelnen Nervenverletzungen aus eigener Beobachtung

Von den insgesamt 30 Patienten konnte einer wegen schwerer Herzinsuffizienz nicht operiert werden (siehe Seite 34). An den 29 Operierten wurde 32 mal die Nervennaht angelegt, die auswärts ohne Erfolg ausgeführten Nähte nicht mitgerechnet. Drei Patienten zeigten eine kombinierte Verletzung von Medianus und Ulnaris. Einmal musste wegen Neuombildung eine zweite Naht angelegt werden und einmal konnte der Nerv erst in einer zweiten Sitzung aufgefunden und genäht werden. Eine Operation musste leider erfolglos abgebrochen werden, weil die Nervenstümpfe wegen starker Vernarbung nicht aufgefunden werden konnten.

Die Nachuntersuchungen habe ich an den meisten Patienten persönlich vorgenommen, wobei mir Herr Dr. O. Winterstein und Herr Dr. F. Lüthy in freundlicher Weise behilflich waren.

Es folgen nun die einzelnen Krankengeschichten, in denen nur das Wesentlichste in Stichworten aufgeführt wird. Ein epikritischer Kommentar soll jede Beobachtung erläutern.

I. ULNARISNAHT

Krankengeschichte 1. Nr. 5858/1942, K. G., 45-jähriger Bauarbeiter.

Unfall 13. 2. 42: Verletzung mit Okuliermesser am linken Handgelenk. N. ulnaris angeschnitten. Andersorts nach 2 Monaten operative Wundrevision: R. volaris kolbig verdickt, wird auspräpariert.

Nachher totale motorische und sensible Ulnarislähmung mit schweren trophischen Störungen. Zeigefinger kann geringgradig abgespreizt werden. Auf Handrücken hypästhetische Zone bis Strahl 2.

Operation 11. 9. 42 (7 Monate nach Unfall): Resektion eines 3 cm langen narbig veränderten Stückes am R. volaris. Termino-terminal-anastomose durch 4 feinste Seidennähte; durch 2 weitere Nähte kleiner Defekt im Perineurium geschlossen. Fettscheidungs. R. dorsalis ist total durchtrennt, sein distales Ende nicht zu finden. Postoperativer Verlauf komplikationslos.

Nachbehandlung: Galvanotherapie zweimal wöchentlich 1 Jahr lang.

Befund 4 Jahre 7½ Monate nach Operation: leichte motorische Lähmung. Interosseus 1 und Hypothenar kontrahieren sich deutlich, sind aber noch leicht atrophisch. Ganz leichte Hypästhesie und Hypalgesie im gesamten Ulnarisgebiet. Trophische Störungen noch deutlich.

Resultat: wesentliche Besserung. Atrophie ist bedeutend zurückgegangen. Grobe Arbeit auf dem Bau gut ausführbar. Patient bezieht eine 10 %ige Dauerrente.

Epikrise: Wir sehen hier einen distalen Lähmungstyp mit Verletzung beider Ulnarisäste, sowohl des R. dorsalis wie des R. volaris. Obschon der letztere in seiner Kontinuität erhalten war, bestand vor der Operation eine beträchtliche Störung der Motorik, Sensibilität und Trophik. Die Abduktion des Zeigefingers wird wahrscheinlich durch den M. extensor digiti II ermöglicht, der auch beim Gesunden eine leichte Spreizbewegung bewirkt. Die Gefühlsstörung zeigt die grösste Ausbreitung aller unserer Ulnarisverletzten. Die Hypästhesie auf dem Handrücken reicht bis zum Strahl 2, was darauf zurückzuführen ist, dass der N. ulnaris seine Endäste bis tief ins Gebiet des N. radialis schickt. Obwohl der R. dorsalis des Ulnaris nicht genäht werden konnte, besteht jetzt nur noch eine ganz geringe Hypästhesie auf dem Handrücken. Dieser unbedeutende Defekt kommt wahrscheinlich dadurch zustande, dass nun die Innervation teilweise vom Radialis übernommen wird; ein spontanes Zusammenwachsen des R. dorsalis des Ulnaris ist kaum anzunehmen.

Die ersten Zeichen der Regeneration stellten sich 7 Monate nach der Operation ein und äusserten sich in einem Elektrisierungsgefühl über dem Hypothenar, dessen Atrophie etwas zurückgegangen war. Die Regeneration der Nervenfasern ist deutlich sichtbar, hat aber nicht zur völligen Heilung geführt. Diese ist auch nicht mehr zu erwarten, liegt doch die Operation schon mehr als 4½ Jahre zurück. Typisch für die Ulnarislähmung sind die ausgesprochenen trophischen Störungen. Patient empfindet heute immer noch starke Schmerzen bei Wetterwechsel.

Krankengeschichte 2. Nr. 6488/1943, E. M., 21-jährige Spinnereiarbeiterin.

Unfall 30. 4. 43: Scherbenverletzung am rechten Handgelenk durch explodierende Flasche. Nachher vollkommene motorische Ulnarislähmung mit totaler Entartungsreaktion aller ulnaren Handmuskeln Hypästhesie und Hypalgesie im volaren Ulnarisgebiet. Deutliche trophische Störungen.

Operation 20. 10. 43 (5½ Monate nach Unfall): N. ulnaris spindelig verdickt, durch eine ca. 1cm lange Narbe mit peripherem Stumpf verbunden. Wenige Kabel noch intakt. Resektion der Narbe und Spindel, worauf Diastase 3 cm beträgt. End-zu-End-Anastomose durch 4 feinste Seidennähte; durch 5. Stich seitlicher Defekt im Perineurium geschlossen. Umscheidung mit Fettläppchen aus Oberschenkel. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Elektrotherapie über kurze Zeit.

Befund 3 Jahre 6¼ Monate nach Operation: Die Motorik hat gar keine Fortschritte gemacht und die trophischen Störungen sind sehr ausgesprochen. Leichte Hypästhesie und Hypalgesie im Ulnarisgebiet, Parästhesien wie «Ameisenlaufen». Atrophie am Hypothenar, Interosseus primus und Adductor pollicis brevis deutlich, an den übrigen Interossei geringer.

Resultat: kein Erfolg. Patientin hat sich trotzdem an diesen Zustand gewöhnt und arbeitet im früheren Betrieb. Bei feineren Arbeiten ist sie allerdings stark behindert. Der Patientin wird eine dauernde Rente von 25 % ausbezahlt.

Epikrise: Dieser distale Lähmungstyp zeichnet sich dadurch aus, dass der R. volaris isoliert verletzt worden ist. Die bei der Nervenfreilegung aufgefundenen intakten Kabel waren so dünn, dass praktisch eine Totaldurchtrennung vorlag. Demgemäss war auch die Lähmung sehr ausgesprochen.

Die Operation liegt nun mehr als 3½ Jahre zurück, sodass kaum mit einer nennenswerten Besserung gerechnet werden darf. Es ist schwer zu sagen, wo der Grund des Versagens liegt. Die Operation erfolgte in einem günstigen Zeitpunkt und die Naht ist sehr schön gelungen. Vielleicht hat eine neuerliche Neurombildung der Regeneration ein Hindernis gesetzt, oder der Nerv ist infolge von Narben leitungsunfähig geblieben. Bei derartigen Befunden ist an eine nochmalige Freilegung des Nerven und eine Sekundärnaht zu denken.

Krankengeschichte 3. Nr. 4608/1940, H. M., 30-jähriger Schreiner.

Unfall 9. 5. 40: Im Streit erhält Patient einen Messerstich in den linken Unterarm. Nachher vollständige motorische und sensible Ulnarislähmung mit totaler Entartungsreaktion der Interossei 2—4, Adductor pollicis brevis und Hypothenarmuskeln. Starke Atrophie der Interossei 2—4. Geringe trophische Störungen der Haut. Unter der Narbe fühlt man deutlich den zentralen Stumpf spindelig aufgetrieben.

Operation 2. 12. 40 (6 Monate 3 Wochen nach Unfall): Ulnaris vollständig durchtrennt. Zentraler Stumpf mit kugeligem Neurom, peripherer Stumpf sehr platt, 2 cm entfernt. Nach beidseitiger Anfrischung Diastase von 4,5 cm. Termino-terminal-naht mit 6 feinsten Seidennähten. Beträchtliche Spannung. Keine Fetteinscheidung. Postoperativer Verlauf glatt.

Nachbehandlung: Elektrophysiotherapie bis 19. 6. 42, Fingerübungen, Massage.

Befund 7 Jahre 3½ Monate nach Operation: leichte motorische Lähmung besteht immer noch, Ringfinger kann aber gestreckt und Daumen adduziert werden. Atrophie am Hypothenar und Interossei 4 und 5 deutlich sichtbar. Hypästhesie und Hypalgesie im Ulnarisgebiet. Starke trophische Störungen.

Resultat: wesentliche Besserung. Grobe Arbeit gut ausführbar, aber Behinderung bei Feinarbeit. Patient erhält eine Dauerrente von 15 %.

Epikrise: Bei diesem Patienten liegt die Läsionsstelle so hoch am Unterarm, dass der Ulnaris getroffen wurde, bevor er sich in den R. volaris und R. dorsalis aufzweigt. Nach der Art der Lähmung handelt es sich um den distalen Typ.

Das Resultat ist als Endzustand zu werten, da seit der Operation mehr als 7 Jahre vergangen sind. Die ersten Regenera-

tionszeichen waren erst 1½ Jahre nach der Operation sichtbar. Sie äusserten sich in einer schwachen Kontraktionsfähigkeit des Hypothenar und gleichzeitig in einer zunehmenden Besserung der Sensibilität.

Bei der Nervenfreilegung bot sich eine ungünstige Situation dar, weil einerseits eine starke Narbenbildung der Muskulatur vorhanden war und anderseits die Nervenstümpfe nach Resektion weit auseinander lagen. Diese Umstände sind wohl als die wesentlichen Ursachen anzusprechen, dass keine bessere Restitution der Leitung eingetreten ist.

Eine Besonderheit der Muskelinnervation zeigt hier der Interosseus 1, der trotz Totaldurchtrennung des Ulnaris nicht gelähmt ist. Dies ist offenbar darauf zurückzuführen, dass eine tiefe Anastomose zwischen dem R. profundus des Ulnaris und dem Medianus vorhanden ist, sodass der Interosseus 1 vom Medianus innerviert wird. Diese Anastomose fanden auch Fränkel und Cannieu; Sunderland hat sie speziell studiert. Nach Spalteholz und Frohse soll sie sogar konstant vorhanden sein.

Krankengeschichte 4. Nr. 4843/1941, W. B., 28-jähriger Angestellter.

Unfall 17. 9. 40: Sturz gegen eine Glastüre. Ausgedehnte Schnittverletzung auf Beugeseite des linken Unterarms. Auswärts sofortige Wundversorgung; durchtrennte Sehne des Palmaris longus genäht.

Nachher vollkommene motorische und sensible Ulnarislähmung mit totaler Entartungsreaktion der gesamten Ulnarismuskulatur. Trophische Störungen gering, Hand etwas kühler.

Operation 1. 4. 41 (6½ Monate nach Unfall): Ulnaris vollständig durchtrennt, zentraler Stumpf mit Neurom. Peripher zwei Kabel von 2 und 4 mm Dicke. Resektion des Neuroms und Termino-terminal-anastomose; 4 feinste Seidenknopfnähte am dickeren, 2 am dünneren Kabel. Keine Fettumscheidung wegen zu geringem Platz. Postoperativer Verlauf zuerst etwas gestört durch Bildung eines Hämatoms.

Nachbehandlung: Galvanisation bis 28. 5. 42.

Befund 6 Jahre 3 Monate nach Operation: Lähmung ist etwas zurückgegangen; Finger können fast vollständig gestreckt werden. Hypästhesie und Parästhesien im Ulnarisgebiet. Geringe Atrophie an den Interossei, besonders am ersten und am Hypothenar. Deutlich sichtbare trophische Störungen.

Resultat: wesentliche Besserung. Patient war versichert; Abschluss mit 100 % Arbeitsfähigkeit.

Epikrise: Bei diesem Patienten finden sich die ersten Zeichen der Restitution nach 7 Wochen, als die Kraft in der Hand zugenommen hatte und die Atrophie am Hypothenar zurückgegangen war. Gleichzeitig setzte auch eine Besserung des Gefühls ein. Der jetzige Befund entspricht einem Endzustand.

Die Nervennaht stellte technisch eine sehr heikle Aufgabe dar, denn die Verhältnisse waren ungewöhnlich klein. Die Verletzungsstelle scheint genau an der Gabelung des Ulnaris in

seinen volaren und dorsalen Ast zu liegen. Diese Verzweigung liegt hier viel weiter distal als gewöhnlich.

Krankengeschichte 5. Nr. 5486/1942, P. T., 18-jähriger Laborgehilfe.

Unfall 7. 2. 41: Glasscherbenverletzung am rechten Vorderarm durch zersprungene Flasche. Darauf typische motorische Ulnarislähmung mit totaler Entartungsreaktion der ulnaren Handmuskeln. Schwere Hypästhesie des ganzen Ulnarisgebietes. Deutliche trophische Störungen; starke Atrophie an Hypothenar, Interossei und Adductor pollicis brevis.

Operation 20. 3. 42 (13½ Monate nach Unfall): Ulnaris total durchtrennt, die Stümpfe durch eine Narbe verbunden. Distales Stück stark atrophiert, eigenartig hell-graublau, proximaler Stumpf neuromartig verdickt. Nach beidseitiger Anfrischung Diastase von 4 cm. End-zu-End-Verbindung durch 5 feinste Seidenknopfnähte. Fettumscheidung. Postoperativer Verlauf komplikationslos.

Nachbehandlung: Galvanisation zweimal wöchentlich bis 7. 5. 43.

Befund 6 Jahre nach Operation: Leichte sensible Ulnarislähmung. Streckung und Beugung der Langfinger besser geworden, ebenso Daumenbewegungen. Im Uebrigen besteht noch eine geringe motorische Lähmung. Starke trophische Störungen; schwere Atrophie am Interosseus 1, an den übrigen ulnaren Muskeln gering.

Resultat: wesentliche Besserung. Patient arbeitet jetzt als Automechaniker. Bei Feinarbeit Behinderung durch mangelndes Fingerspitzengefühl. Dem Patienten wird eine Rente von 10 % zugesprochen, die letzthin ausgekauft wurde.

Epikrise: Diese Beobachtung enthält verschiedene für die Restitution ungünstige Momente. Erstens bestand eine Totaldurchtrennung, zweitens gelangte die Spätnaht erst nach 13 Monaten zur Ausführung und drittens war die Operation wegen der grossen Diastase der Nervenstümpfe und Ungleichheit der Nervendicke schwierig. In einem früheren Zeitpunkt wäre die Diastase kleiner gewesen, das Neurom hätte gefehlt und, was wesentlich ist, das distale Nervenende wäre nicht so atrophisch gewesen. So erholte sich die Muskelfunktion und die Sensibilität nicht ganz befriedigend und die trophischen Störungen sind sehr ausgesprochen. Da die Operation 6 Jahre zurückliegt, werden keine weiteren Fortschritte mehr zu erwarten sein.

Krankengeschichte 6. Nr. 7495/1945, J. H., 49-jährige Hausfrau.

Seit ca. 5 Jahren spontan entstandenes Neurinom am linken Handgelenk, das starke Schmerzen verursacht. Motorik und Sensibilität normal, hingegen besteht doch eine geringe Atrophie am Hypothenar.

Operation 21. 3. 45: Resektion eines knapp walnussgrossen Ulnarisneurinoms. Termino-terminal-anastomose durch 5 feinste Seidennähte. Umscheidung durch gestieltes Fettläppchen. Postoperativer Verlauf: die ersten 4 Tage starke Schmerzen und Zuckungen in den Fingern.

Nachbehandlung: Uebungen im warmen Bad. Zweimal wöchentlich Galvanotherapie bis 4. 12. 45.

Befund 3 Jahre 1 Monat nach Operation: Es bleibt eine gewisse Kraftlosigkeit der Hand mit Funktionsausfall der Interossei 3 und 4. Gefühlsempfindung ist noch herabgesetzt. Mässige trophische Störungen.

Resultat: wesentliche Besserung.

Epikrise: Die Operationsindikation bei dieser Patientin bestand in den heftigen Schmerzen, die das Neurinom verursachte. Diese Schmerzen nahmen innerhalb von 5 Jahren derart zu, dass Patientin schliesslich die geringste Berührung des Neurinoms nicht mehr ertragen konnte.

Die Restitution machte sehr grosse Fortschritte; unmittelbar nach der Operation bestand eine vollständige Ulnarislähmung mit typischer Krallenstellung der Finger. Schon nach 1^{1/2} Monaten war die Sensibilität bedeutend besser und auch die Muskeln begannen sich zu restituieren. Patientin ist jetzt nur noch bei Feinarbeit wie Stricken, Nähen und dergleichen durch die Sensibilitätsdefekte gestört, während sie die Hand für die übrigen Haushaltsarbeiten fast wie normal brauchen kann.

Der Erfolg kommt hauptsächlich in der motorischen Funktion zum Ausdruck. Es ist durchaus möglich, dass noch eine weitere Besserung eintreten kann, da die Operation vor nicht zu langer Zeit ausgeführt wurde.

Die bis jetzt angeführten Ulnarislähmungen sind dem *distalen* Typ zuzurechnen, während die folgenden 4 dem *proximalen* Lähmungstyp angehören.

Krankengeschichte 7. Nr. 2772/1937, R. L., 20-jähriger Kaufmann.

Unfall 17. 6. 37: Schussverletzung am rechten Oberarm durch blinde Patrone. Sofortige Ulnarislähmung mit Motilitätsstörung am 4. und 5. Finger; Anästhesie im Ulnarisgebiet. Starke Atrophie am Hypothenar, Interossei 1 und 4. Deutliche trophische Störungen.

Operation 18. 1. 38 (7 Monate nach Unfall): Ulnaris spindelig aufgetrieben. Nach Resektion des Neuroms entsteht eine Diastase von 5 cm. Terminoterminal-anastomose durch 8 Knopfnähte aus feinsten paraffinierter Seide. Es gelingt eine tadellose Adaptation. Keine Fetteinscheidung. Postoperativer Verlauf sehr gut.

Nachbehandlung: Elektro-mechanotherapie.

3 Monate später übersiedelte Patient nach London, sodass eine Nachkontrolle nicht durchgeführt werden konnte. Die Regenerationstendenz scheint sehr kräftig zu sein, wie sich in dem Zurückgehen der Atrophien der Interossei schon 2 Monate nach der Operation zeigt. Die Prognose ist aber mit Zurückhaltung zu bewerten, da es sich um einen proximalen Lähmungstyp handelt.

Krankengeschichte 8. Nr. 3616/1938, W. B., 29-jähriger Hilfsarbeiter.

Unfall 20. 8. 38: Verletzung am linken Ellbogen durch zersprungene Fensterscheibe. Totale motorische und sensible Ulnarislähmung. Ulnarabduktion und Flexion im Handgelenk normal. Schwere trophische Störungen der Haut.

Operation 9. 1. 39 (4½ Monate nach Unfall): Ulnaris auf ⅓ seiner Dicke durchtrennt, das proximale Ende aufgetrieben, das distale mit verdicktem Perineurium. Resektion und End-zu-End-Verbindung mit 7 paraffinierten feinsten Seidennähten. Ueber die Naht wird Fettgewebe und Muskulatur gelegt. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Elektrotherapie.

Befund 9 Jahre 3 Monate nach Operation: Motorische Lähmung fast unverändert; nur die Mm. interossei 2—4 haben eine gewisse Restitution erfahren. Starke Hypästhesie im Ulnarisgebiet mit deutlicher Temperaturverminderung. Schwere Atrophie am Interosseus 1, Adductor pollicis brevis und Hypothenar.

Resultat: Misserfolg. Grobe Arbeit trotzdem gut ausführbar, aber Beeinträchtigung der feineren Fingermanipulationen, besonders bei kalter Witterung. Patient bezieht eine dauernde Rente von 10 %.

Epikrise: Obwohl der Ulnaris etwas oberhalb des Ellbogens verletzt wurde, waren Flexor carpi ulnaris und Flexor digitorum profundus nicht gelähmt, was schon vor der Operation auf eine partielle Kontinuitätstrennung schliessen liess.

Der erreichte Endzustand gleicht fast völlig dem Befund vor der Operation. Auffallend sind die schweren Atrophien an der Hand. Die Ursache des Misserfolges liegt wahrscheinlich in der hochsitzenden Verletzung des Ulnaris; die Spätnaht wurde in einem günstigen Zeitpunkt ausgeführt und die Adaptation der Nervenkelble war tadelloe. Eine Besserung ist sicher nicht mehr zu erwarten, da die Operation mehr als 9 Jahre zurückliegt.

Krankengeschichte 9. Nr. 5036/1941, A. B., 49-jähriger Kernmacher.

Unfall 29. 7. 40: Beim Holzspalten schlägt Patient mit rechtem Ellbogen an einen Eisenkeil, den er in der Tasche trägt. Kleine Rissquetschwunde. Vollständige motorische und sensible Ulnarislähmung. Totale Entartungsreaktion der ulnaren Handmuskeln, partielle Entartungsreaktion im Flexor carpi ulnaris. Starke trophische Störungen der Haut.

Operation 24. 6. 41 (11 Monate nach Unfall): Ulnaris auf ¾ unterbrochen, mit Muskelnarbe verwachsen. Zentrales Ende kolbig verdickt. Neurolyse und partielle Resektion. Termino-terminal-naht mit 5 dünnsten Seidenfäden; das erhaltene Kabel in eine Schlinge gelegt. Fetteinscheidung. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Elektrotherapie.

Befund 2 Jahre 11 Monate nach Operation: Mittel- und Endgelenke der Langfinger zeigen Streckausfälle von 15 bis 20 Grad. Faustschluss vollständig. Adduction-Oppeosition des Daumens bis Fehldistanz von 2 cm. Elektrisierungsgefühl im Ulnarisgebiet beim Bestreichen. Deutliche trophische Störungen im Ring- und Kleinfinger. Starke Atrophie am Interosseus 1 und Hypothenar, in geringem Masse auch an den andern Interossei und am Adductor pollicis.

Resultat: geringe Besserung. Für grobe Arbeit kann Patient die Hand gut gebrauchen. Er bezieht eine Rente von 15 % auf unbestimmte Zeit.

Epikrise: Bei diesem proximalen Lähmungstyp ist der tiefe Beuger am Unterarm vollkommen funktionstüchtig geblieben, was auf die teilweise erhaltene Kontinuität des Ulnaris zurückzuführen ist. Die Kabel für den Flexor carpi ulnaris scheinen verletzt worden zu sein, denn vor der Operation zeigte dieser Muskel eine partielle Entartungsreaktion. Jetzt besteht noch eine Tonusverminderung, die Handgelenksbewegungen sind aber nicht eingeschränkt.

Patient befindet sich noch in der Phase der Hyperpathie, die sich in einem starken Elektrisierungsgefühl an der Hand äussert. Es ist deshalb eine weitere Besserung möglich, besonders da die Operation vor relativ kurzer Zeit ausgeführt wurde. Immerhin ist die Prognose nicht allzu gut einzuschätzen, weil die Naht spät angelegt wurde und ein proximaler Lähmungstyp vorliegt.

Krankengeschichte 10. Nr. 1401/1935, M. S., 22-jährige Büro-listin.

Velounfall 18. 6. 36: Kollision mit Auto. Rissquetschwunde an Stirne und rechtem Ellbogen. Nachher vollständige Ulnarislähmung mit totaler Entartungsreaktion in allen Ulnarismuskeln der Hand. Auch Flexor carpi ulnaris gelähmt und atrophisch. Keine trophischen Störungen der Haut.

Operation 28. 10. 36 (4 Monate 10 Tage nach Unfall): Ulnaris zur Hälfte durchtrennt und auf 3 cm auseinandergewichen. Anfrischung und partielle Anastomose durch einige feinste Seidennähte. Fettläppchen aus Oberschenkel zur Umscheidung. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Elektrotherapie bis 5. 4. 37.

Befund 1 Jahr 1 Monat nach Operation: Geringe Schwäche der Fingeradduktion. Leichte Hypästhesie im Ulnarisgebiet. Patientin bezeichnet sich als praktisch geheilt; «sie denke nicht mehr an die Hand».

Eine spätere Kontrolluntersuchung konnte nicht gemacht werden, da Patientin 1½ Jahre nach der Operation nach Brasilien ausgewanderte.

Resultat: wesentliche Besserung.

Epikrise: Diese Beobachtung zeigt eine sehr rasch eintretende Restitution trotz hochsitzender Läsion. Schon 1 Monat nach der Operation war die Adduktion des Ringfingers wieder möglich und gleichzeitig setzte eine erhebliche Besserung des Gefühls ein. Nach dem bisherigen günstigen Verlauf ist eine völlige Heilung nicht ausgeschlossen.

II. MEDIANUSNAHT

Bei allen unseren Medianusverletzten liegt die Läsion am Handgelenk oder im distalen Drittel des Unterarms; es kommt also nur der *distale* Lähmungstyp zur Beobachtung.

Krankengeschichte 11. Nr. 7894/1945, L. M., 14-jährige Schülerin.

Unfall 16. 7. 45: Bei einem plötzlichen Stop des Trams fällt Patientin in die Fensterscheibe. Verletzung am linken Handgelenk volar.

Nachher Medianuslähmung mit totaler Entartungsreaktion im Abductor pollicis brevis. Typische «Affenhand». Hypästhesie im Medianusgebiet, einschliesslich ganzer Ringfinger; Daumenendglied anästhetisch. Keine trophische Störung.

Operation 30. 10. 45 (3½ Monate nach Unfall): Medianus spindelig verdickt; oberflächlich narbig verändert, darunter intakte Nervenkel. Endoneurolyse und partielle Resektion. Termino-terminal-anastomose mit 2 feinsten Seidenfäden; Naht durch drei Perineuriumstückchen verstärkt. Intakter Teil des Medianus in eine Schlinge gelegt. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: zweimal wöchentlich Elektrotherapie 2 Jahre lang.

Befund 2½ Jahre nach Operation: Deutliche Atrophie des Abductor pollicis brevis mit entsprechender Verminderung der Daumenabduktion. Alle übrigen Bewegungen normal. Leichte Hypästhesie und taktile Parästhesien im Medianusgebiet. Trophische Störungen noch deutlich. Oft Krampf des Daumens in Flexionsstellung.

Resultat: motorisch fast völlige Heilung, sensibel wesentliche Besserung. Praktisch volle Arbeitsfähigkeit.

Epikrise: Diese Patientin kam sehr früh zur Operation. Dennoch liess die Heilung anfänglich auf sich warten und erst nach 10 Monaten zeigte sich eine Besserung der Sensibilität. Die gut gelungene partielle Naht und der Umstand, dass seit der Operation erst 2½ Jahre vergangen sind, sprechen für die Möglichkeit einer vollkommenen Heilung.

Die anfängliche Sensibilitätsstörung am ganzen Ringfinger deutet darauf hin, dass dem Ulnaris nur ein schmales Versorgungsgebiet angehört.

Krankengeschichte 12. Nr. 4997/1941, L. W., 51-jähriger Monteur.

Unfall 6. 8. 38: Sturz auf die rechte Hand, in der Patient ein Glas hält. Scherbenverletzung am Handgelenk. Auswärts *Primärnaht* des teilweise durchtrennten Medianus.

Später Neurombildung und vollständige sensible Medianuslähmung. Motilitätsstörung ist sehr gering, nur Volarflexion im Handgelenk etwas eingeschränkt. Trophische Störungen ausgesprochen.

Anderorts 1. *Sekundärnaht* 17. 12. 38 (4 Monate 10 Tage nach Unfall): Resektion eines bohnergrossen Neuroms und Termino-terminal-naht. Postoperativer Verlauf ungestört.

Nach vorübergehender Besserung der Sensibilität hat sich wieder ein Neurom gebildet, das eine totale Medianuslähmung mit vasomotorisch-trophischen Störungen verursacht.

2. *Sekundärnaht* 3. 6. 41 (2 Jahre 10 Monate nach Unfall): Resektion eines stark vernarbten Neuroms; Termino-terminal-anastomose mit 7 feinsten Seidennähten. Einige Kabel haben sich etwas verworfen gelegt. Keine Fetteinscheidung wegen zu grosser Spannung. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Badekur, Elektrotherapie.

Befund 6 Jahre nach der letzten Operation: Beugung der Finger 2 und 3 nicht ganz vollständig, sonst alle Bewegungen normal. Hypästhesie im Me-

dianusgebiet, Zeigefingermittel- und -endglied anästhetisch. Hand stark kälteempfindlich, sonst keine trophischen Störungen.

Resultat: motorisch fast völlige Heilung, sensibel geringe Besserung. Patient erhält eine 10% ige Dauerrente.

Epikrise: Diese Medianuslähmung zeichnet sich durch eine hartnäckige Neurombildung aus, die zweimal eine Operation erforderte. Die dritte Nervennaht scheint nun endlich die erhoffte Heilung gebracht zu haben. Die Beobachtung zeigt, dass eine Reoperation nach Jahren noch versucht werden soll.

Die zweite Sekundärnaht wurde nach der beachtlichen Zeit von fast 3 Jahren nach dem Unfall ausgeführt und schon nach 7 Wochen setzte die Restitution ein, was sich in einer Hyperpathie (brennende Parästhesien im Medianusgebiet) äusserte. Heute kann Patient die Hand fast wie normal gebrauchen, denn die Motilitätsstörung ist praktisch behoben. Hingegen zeigt die Sensibilität noch einen deutlichen Defekt, der sich kaum mehr verändern wird, da die letzte Operation 6 Jahre zurückliegt.

Krankengeschichte 13. Nr. 8203/1946, G. S., 44-jährige Sekretärin.

Unfall 10. 2. 46: Scherbenverletzung am linken Handgelenk durch zerbrochenen Teller. Stark blutende Wunde, die andernorts in Lokalanästhesie genäht wird.

Nachher brennendes Gefühl in Vola proximal der Grundgelenke von Zeige- und Mittelfinger. Beweglichkeit normal, keine trophischen Störungen der Haut.

Operation 7. 3. 46 (4 Wochen nach Unfall): Am Medianus graurötliche Narbe. Keilexzision, radiale Hälfte des Nerven intakt gelassen. Partielle Anastomose mit 5 feinsten Seidennähten; Nahtstelle mit zartem Bindegewebe übernäht. Postoperativer Verlauf ungestört. Keine Nachbehandlung.

Befund 2 Jahre 2 Monate nach Operation: Beugung der Finger 2—4 in Mittel- und Endgelenk gering vermindert. Mittelfinger kann nur mit Anstrengung ganz gestreckt werden. Auf feine Berührung Elektrisierungsgefühl im ganzen Medianusgebiet; Fingerbeere 3 stark hyperästhetisch. Keine trophischen Störungen.

Resultat: wesentliche Besserung. Patientin befindet sich immer noch in der Phase der Hyperpathie. Der Mittelfinger stört sehr stark beim Maschinenschreiben wegen des Wundgefühls. Es wird von der Versicherung keine Rente ausgerichtet.

Epikrise: Im Vordergrund stehen bei dieser Patientin die Causalgien, die sofort nach dem Unfall aufgetreten sind und die Hauptindikation zur Operation darstellten. Sehr schön kann man hier die Phase der Hyperpathie erkennen, die 2½ Monate nach der Operation begann. Im Gebiet der anfänglichen Anästhesie im Mittelfinger machte sich ein immer stärkeres Elektrisierungsgefühl bemerkbar, ebenso im übrigen Medianusgebiet.

Die Lähmungserscheinungen sind ganz übereinstimmend mit dem Befund am Nerven. Die radiale Seite ist intakt geblieben und enthält offensichtlich die Leitungsbahnen zum Daumen. Des-

halb war der Daumen motorisch und sensibel völlig normal, während die übrigen vom Medianus versorgten Finger eine starke Sensibilitätsstörung aufwiesen und die Mm. lumbricales ihre Funktion nicht vollwertig wiedererlangt haben.

Vor einem Jahre zeigte die Patientin den genau gleichen Befund wie heute. Die Sensibilitätsstörung ist also stationär geblieben und es scheint fraglich, ob noch eine wesentliche Aenderung eintreten wird.

Krankengeschichte 14. Nr. 5216/1941, K. B., 38-jähriger Sattler.

Unfall 22. 6. 41: Sturz von der Leiter auf einen Tisch mit Geschirr. Tiefe Schnittwunde am Handgelenk volar. Andernorts Wundversorgung. Ligatur der Arteria ulnaris und der partiell eingerissenen Sehne des Palmaris longus.

Darauf Streckung der Finger 3 und 4 nicht vollständig. Daumenbewegungen normal. Starke Hypästhesie im Medianusgebiet der Langfinger. Fingernägel 2 und 3 wachsen langsamer, sonst keine trophischen Störungen.

Operation 24. 10. 41 (4 Monate nach Unfall): Auf ulnarer Seite des Medianus glasige Narbe. Exzision und partielle Perineuriumnaht durch 3 feinste Seidenstiche. Intakter Teil beschreibt nun eine Schlinge. Umscheidung mit Fettlappchen von Gesäss. Postoperativer Verlauf gut. Keine Nachbehandlung.

Befund 5 Jahre 8 Monate nach Operation: Motilität normal. Innenseite von Mittel- und Ringfinger hypästhetisch. Nagelrand 3 brüchiger.

Resultat: motorisch geheilt, sensibel geringe Besserung. Arbeit als Sattler geht ordentlich. Patient bezieht keine Rente.

Epikrise: Die Spätnaht hat einen recht schönen Erfolg gehabt. Das Einsetzen der Regeneration äusserte sich zuerst auf sensiblem Gebiet, als 2 Jahre nach der Operation das Gefühl am Zeigefinger normal und am Mittelfinger deutlich besser war.

Die Motilitätsstörung war nach dem Unfall gering und die intakte Funktion des Daumens deutete darauf hin, dass der Nerv nur teilweise lädiert gewesen war.

Krankengeschichte 15. Nr. 4921/1941, J. T., 31-jähriger Handlanger.

Unfall 3. 11. 39: Patient gleitet auf einem Glasdach aus und durchbricht mit linkem Unterarm eine Scheibe. Verletzung der Beugersehnen, Arteria radialis und N. medianus. Andernorts Wundversorgung ohne Nervennaht.

Es besteht eine totale sensible Medianuslähmung mit geringen motorischen Störungen. Beugung im Mittelfinger sehr schwach, Streckung der Langfinger unvollständig. Keine trophischen Störungen.

Operation 23. 4. 41 (1 Jahr 5½ Monate nach Unfall): Medianus spindelig aufgetrieben. Resektion des Neuroms und End-zu-End-Verbindung mit 8 feinsten Seidennähten. Fettlappen aus rechter Flanke zur Einscheidung. Postoperativer Verlauf ungestört.

Nachbehandlung: Galvanisation.

Befund 3 Jahre 10 Monate nach Operation: Beim Faustschluss sperrt der Mittelfinger noch etwas. Zeige- und Mittelfinger nicht maximal streckbar. Hypästhesie auf Dorsalseite von Zeige- und Mittelfinger. Taktile Parästhesien im ganzen volaren Medianusgebiet. Keine trophischen Störungen.

Resultat: wesentliche Besserung. Patient ist durch Bewegungseinschränkung und Elektrisierungsgefühl bei der Arbeit etwas gehindert. Von der Versicherung wird ihm eine 15 %ige Dauerrente ausgerichtet.

Epikrise: Diese Medianuslähmung zeichnet sich durch eine schwere Störung der Sensibilität aus, während die Motilität nur wenig gestört und trophische Störungen überhaupt nicht vorhanden sind. Schon 2 Monate nach der Spätnaht besserte sich aber die Gefühlsstörung und die Atrophie der Lumbricales erholte sich bei noch unveränderter Motorik.

Patient befindet sich noch in der Phase der Hyperpathie, die sich in den Parästhesien äussert. Da seit der Operation schon fast 4 Jahre vergangen sind, ist kaum noch eine wesentliche Aenderung des Zustandes zu erwarten.

Krankengeschichte 16. Nr. 7095/1944, K. R., 33-jährige Näherin.

Unfall 1. 4. 44: Opfer eines Bombardements. Multiple Verletzungen durch Splitter; Risswunde am rechten Handgelenk. Schwerer Schockzustand.

Vollständige Medianuslähmung mit totaler Entartungsreaktion im Abductor pollicis brevis. Typische «Affenhand». Starke Hypästhesie im ganzen Medianusgebiet, gegen Fingerspitzen zunehmend. Deutliche trophische Störungen.

Operation 1. 9. 44 (5 Monate nach Unfall): Medianus vollständig durchtrennt, proximales Ende knospig verdickt. Resektion des Neuroms, Anfrischung am peripheren Ende. Termino-terminal-anastomose durch 6 feine Seidenknopfnähte. Umscheidung mit Fettläppchen aus Oberschenkel. Postoperativer Verlauf ungestört.

Nachbehandlung: Massage, Bewegungsübungen.

Befund 3 Jahre nach Operation: Keine Motilitätsstörung mehr vorhanden. Gefühl überall intakt, aber grobe Lokalisationsfehler; Finger 1 und 3 werden verwechselt, Reize am Finger 2 in Finger 3 lokalisiert. Trophische Störungen noch deutlich.

Resultat: motorisch Heilung, sensibel wesentliche Besserung. Patientin arbeitet heute voll als Kontrolleurin in einer Damenkleiderfabrik, da sie wegen mangelhaftem Fingerspitzengefühl den Beruf als Näherin nicht mehr ausüben kann. Patientin erhält eine Rente von 25 %, weil Näherinnen höher bezahlt werden als Kontrolleurinnen. Die Rente wird in zwei Jahren revidiert.

Epikrise: Bei dieser Patientin war der Medianus total durchtrennt und die typische «Affenhand» ausgebildet. Die ersten Symptome einer Regeneration äusserten sich 3 Monate nach der Operation im Sinne einer Hypästhesie, während die Motorik erst einen Monat später eine Besserung aufwies. Ueber dem Thenar bildete sich eine hyperalgetische Zone mit Projektion des Berührungsschmerzes in Mittel- und Zeigefingerspitze. Es ist auffallend, dass dennoch die Sensibilität weniger Fortschritte als die Motorik machte. In Anbetracht der verhältnismässig kurzen Beobachtungszeit darf der jetzige Zustand nicht als endgültig betrachtet werden.

Krankengeschichte 17. Nr. 8197/1946, H. B., 23-jähriger Mechaniker.

Unfall 5. 11. 45: Metallsplitterverletzung am linken Vorderarm. Sofort sensible Medianuslähmung mit Anästhesie an Daumen und Radialseite von Zeigefinger. Deutliche trophische Störungen. Motilität normal.

Operation 12. 3. 46 ($4\frac{1}{4}$ Monate nach Unfall): Medianus mit seitlicher Narbe, das Perineurium mit Umgebung verwachsen. Ulnare Hälfte intakt. Flache Keilexzision und seitenständige Naht mit 5 feinsten Seidenknopfnähten. Ulnare Hälfte beschreibt nun eine Schlinge. Fettgewebe über Naht fixiert. Postoperativer Verlauf ungestört. Keine Nachbehandlung.

Befund 2 Jahre 8 Monate nach Operation: Motilität normal. Hyperästhesie und Hyperalgesie am ganzen Zeigefinger und Volarseite des Daumens. Endglieder dieser beiden Finger leicht verdünnt.

Resultat: wesentliche Besserung. Sobald es kalt wird, habe Patient Mühe bei der Arbeit, im Uebrigen aber vollkommene Anpassung. Patient bezieht eine Dauerrente von 10 %.

Epikrise: Vorliegende Beobachtung zeigt eine rein sensible Medianuslähmung, die auf die partielle Nervendurchtrennung zurückzuführen ist. Ein Motilitätsdefekt war nie vorhanden. Patient befindet sich jetzt noch in der Phase der Hyperpathie, erkenntlich an der Hypersensibilität von Daumen und Zeigefinger. Es darf in Anbetracht der verhältnismässig kurzen Beobachtungszeit eine weitere Besserung angenommen werden.

Der Restitutionsbeginn war schon in den ersten Wochen nach der Operation wegen der «inneren Neurolyse» sichtbar; dann trat ein Stillstand ein. Die ersten objektiven Zeichen der wahren Regeneration konnten erst 13 Monate nach der Operation gefunden werden.

Die Beobachtung zeigt, dass es während der Operation sehr gut gelingt, bei partiellen Durchtrennungen die narbigen von den intakten Kabeln zu unterscheiden, nur die ersteren zu exzidieren und die letzteren vollkommen zu schonen.

Krankengeschichte 18. Nr. 5588/1942, H. S., 56-jähriger Hilfsarbeiter.

Unfall 31. 10. 40: Schnittverletzung mit dem Messer am rechten Handgelenk. Nachher ausgesprochene Hypersensibilität am Mittelfinger und den einander zugekehrten Seiten von Zeige- und Ringfinger. Uebrigens Medianusgebiet normal; keine Motilitätsstörung, keine trophischen Störungen.

Operation 30. 4. 42 ($1\frac{1}{2}$ Jahre nach Unfall): Medianus auf $\frac{1}{4}$ seiner Dicke in rötliches Narbengewebe umgewandelt. Tangentiale Resektion und partielle Perineuriumnaht mit 5 feinsten Seidenstichen. Fettumscheidung. Postoperativer Verlauf gut.

Patient ist in der Zwischenzeit gestorben, weshalb die Weiterentwicklung nicht beurteilt werden kann.

III. GLEICHZEITIGE NAHT AM MEDIANUS UND ULNARIS

Krankengeschichte 19. Nr. 7871/1945, W. W., 41-jähriger Magaziner.

Unfall 21. 4. 45: Stechbeutelverletzung am linken Handgelenk volar. Nachher vollständige motorische Medianus- und Ulnarislähmung, partielle sensible Medianuslähmung und totale sensible Lähmung des R. volaris nervi ulnaris.

Schwere Atrophie an den Interossei und am Hypothenar, etwas geringer am Thenar. Ausgesprochene trophische Störungen der Haut.

Operation 26. 9. 45 (6 Monate nach Unfall): Am partiell durchtrennten *Medianus* Resektion eines neuromartigen Auswuchses und partielle Perineuriumnaht durch 8 feinste Seidenknopfnähte. Beide Aeste des *R. volaris des Ulnaris* sind total durchtrennt mit starker Vernarbung. Nach beidseitiger Anfrischung Termino-terminal-anastomose mit 3 Seidenknopfnähten am *R. superficialis* und 5 Seidennähten am *R. profundus*. An allen drei Stellen gute Adaptation. Postoperativer Verlauf sehr gut.

Nachbehandlung: Elektrotherapie.

Befund 1 Jahr 7 Monate nach Operation: Interosseus 1 ist noch leicht atrophisch. Finger 4 und 5 stehen seitlich ab und können nicht adduziert werden. Hypästhesien im Ulnarisgebiet, vom Medianusgebiet nur Fingerspitze 3 schlecht. Funktion der Medianusmuskulatur intakt. Geringe trophische Störungen.

Resultat: am Medianus Heilung, am Ulnaris mässiger Erfolg. Patient kann die Hand für grobe Arbeiten ordentlich gebrauchen, doch werde er schnell ermüdet und habe keine Kraft. Die Versicherung entrichtet ihm eine Rente von 10 %.

Epikrise: Es handelt sich um einen distalen Lähmungstyp, wobei der rein sensible *R. dorsalis des Ulnaris* verschont geblieben ist. Partiiell versorgt der *R. dorsalis* auch das Gebiet des *R. superficialis* auf der Volarseite. Wir haben einen typischen Befund: Der Medianus, der nur angeschnitten war, erholt sich schneller, als der völlig durchtrennte Ulnaris. Ersterer ist jetzt wieder funktionstüchtig, während letzterer noch einen beträchtlichen Ausfall zeigt.

Die ersten Regenerationszeichen traten nach 7 Monaten auf. In allen Langfingern fühlte Patient ein Kribbeln und Elektrisieren; gleichzeitig kamen Zeigefinger- und Daumenbewegungen wieder in Gang. Die Beobachtungszeit seit der Operation ist zu kurz, um ein definitives Urteil abgeben zu können.

Krankengeschichte 20. Nr. 8689/1946, A.Z., 53-jährige Hausfrau.

Unfall 23. 10. 45: Sturz von der Kellertreppe in eine Anzahl Flaschen. Tiefe Schnittwunde an Volarseite des linken Vorderarms Mitte. Andernorts Naht der Muskeln und Faszien, Ligatur der Arteria ulnaris. Medianus und Ulnaris durchtrennt, werden so gut wie möglich aneinander gebracht, ohne Naht.

Nachher vollständige motorische und sensible Medianus- und Ulnaris-lähmung mit typischer «Predigerhand». Totale Entartungsreaktion sämtlicher kleinen Handmuskeln. Sehr schwere trophische Störungen.

Operation 6. 12. 46 (13½ Monate nach Unfall): Beide Nerven vollständig durchtrennt, deren zentrale Stümpfe mit Neurom, in Muskulatur adhärent. Nach Anfrischung an beiden Nerven Termino-terminal-Verbindung mit 7 feinsten Seidennähten am Ulnaris, mit 6 am Medianus. Adaption am Ulnaris besser gelungen als am Medianus. Keine Fettscheidungs, weil die Anastomosen in Muskulatur liegen. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: zweimal wöchentlich Galvanotherapie 1½ Jahr lang.

Befund 1 Jahr 5 Monate nach Operation: Streckung des Mittelfingers unvollständig. Flexion des Zeigefingers in Mittel- und Endgelenk unmöglich, im Grundgelenk vermindert. Abduktion des Daumens mangelhaft, Opposition

nicht ausführbar. Abduktion der Langfinger ordentlich, ausser am Zeigefinger. Mässige Atrophie am Hypothenar, Thenar und Interosseus 1. Im Medianus- und Ulnarisgebiet geringe Hypästhesie und Hyperalgesie, an den Fingern gegen Endglied zunehmend. Trophische Störungen noch deutlich.

Resultat: Ulnaris: motorisch fast völlig geheilt, sensibel wesentliche Besserung. Medianus: motorisch geringe, sensibel wesentliche Besserung. Patientin kann gröbere Arbeit gut verrichten, hingegen feinere wie Stricken und dergleichen unmöglich.

Epikrise: Der schöne Erfolg, der hauptsächlich am Ulnaris zu verzeichnen ist, zeigt, dass trotz spät ausgeführter Naht und kombinierter Lähmung eine weitgehende Heilung möglich ist. Es liegt auch hier wieder ein distaler Lähmungstyp vor, mit dem Unterschied, dass der R. dorsalis des Ulnaris mitgelähmt ist, da er sich erst distal der Verletzungsstelle vom R. volaris separiert. Es ist bezeichnend, dass der Medianus, bei dem die Adaption weniger gut gelang, eine bedeutend geringere Heilungstendenz aufweist. Es liegt genau der umgekehrte Befund vor als bei der vorangehenden Beobachtung.

Drei Monate nach der Operation setzte das Wiedererwachen der Muskelfunktion ein, während die Sensibilität noch keine Spur von Besserung erkennen liess. Die Trophik konnte leider mit der Restitution von Motilität und Sensibilität nicht Schritt halten. Immerhin ist aber auch hier eine leichte Besserung eingetreten, indem letzten Winter keine Spontannekrosen mehr aufgetreten sind, wie das anfänglich der Fall war. Die schon seit einem Jahr bestehende Hyperalgesie ist als prognostisch günstige Phase der Hyperpathie zu werten und es ist nicht ausgeschlossen, dass Patientin noch weitere Fortschritte verzeichnen wird, zumal seit der Operation noch nicht ganz 1½ Jahre vergangen sind.

Krankengeschichte 21. Nr. 3123/1938, A. P., 25-jähriger Fabrikarbeiter.

Unfall 18. 10. 37: Sturz durch ein Glasdach. Tiefe quere Schnittwunde am rechten Oberarm. Auswärts sofort Wundversorgung. Vollständige motorische und sensible Medianus- und Ulnarislähmung mit typischer «Predigerhand». Normale Sensibilität nur über Dorsalseite des Daumens mit mässigem Uebergreifen auf den Thenar. Volarflexion der Hand und Pronation des Unterarms unmöglich. Totale Entartungsreaktion aller kleinen Handmuskeln. Trophische Störungen bedeutend. Gefühlsausfall auf ulnarer Seite des Unterarms.

Operation 26. 1. 38 (3 Monate 1 Woche nach Unfall): *Ulnaris* total durchtrennt, beide Stümpfe in derbe Narben eingebettet. Nach beidseitiger Anfrischung entsteht eine Diastase von 6 cm. Termino-terminal-naht. Allerfeinste Seide vermag die Distanz nicht zu tragen; mit nächst stärkerer Fadensorte werden 7 Knopfnähte gelegt. *Medianus* seitlich angeschnitten, beide Stümpfe spindelig aufgetrieben. Beidseitige Anfrischung und partielle Naht mit 10 feinsten Seidenfäden, wobei die intakten Kabel geschont werden. Gute Adaption an beiden Nerven. Postoperativer Verlauf ungestört.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen.

Befund 9 Jahre 5 Monate nach Operation: die Lähmung beider Nerven ist unverändert mit ausgesprochener «Predigerhand». Pronation aktiv ausführbar. Ganz eigenartig ist die Tatsache, dass die Muskelatrophien und die trophischen Störungen der Haut sehr gering sind. Aggravation?

Resultat: Misserfolg. Patient kann als Magaziner nur grobe Arbeit verrichten. Er bezieht dauernd eine Rente von 60 %.

Epikrise: Die Verletzung am Oberarm führte zum proximalen Lähmungstyp, wobei auch der N. cutaneus antebrachii ulnaris durchtrennt wurde. Es ist überraschend, dass die früh erfolgte Naht, die an beiden Nerven gut gelungen ist, keine Heilung gebracht hat. Nur die Funktion des M. pronator teres ist wiedererwacht, was bereits 4 Monate nach der Operation festgestellt werden konnte. Dies bestätigt das E t z o l d 'sche Gesetz, wonach die proximalen Muskeln ihre Funktion eher wiedererlangen als die distalen. Der jetzige Befund ist sicher als Endzustand anzusehen, denn seit der Operation sind fast 9½ Jahre vergangen.

IV. RADIALISNAHT

Krankengeschichte 22. Nr. 4873/1941, J. B., 37-jähriger Maurer.

Unfall 7. 2. 41: Sturz in ein Küchenmesser, das ein Kamerad in der Hand hält. Tiefer Stich im rechten Vorderarm. Nachher motorische Radialislähmung mit Funktionsausfall der Fingerextensoren und Extensor carpi ulnaris. Sensibilität im Radialisgebiet normal. Keine trophischen Störungen.

Operation 4. 4. 41 (2 Monate nach Unfall): R. superficialis intakt. Vergebliche Versuche, von volar und dorsal an den R. profundus heranzukommen. Eingriff mit vollem Misserfolg abgebrochen. Postoperativer Verlauf ungestört.

2. Operation 7. 5. 41 (3 Monate nach Unfall): R. profundus von der Streckseite her freigelegt. Totaldurchtrennung; beide Enden im M. supinator vernarbt und 1 cm von einander entfernt. Beidseitige Anfrischung und End-zu-End-Anastomose durch 5 feinste Seidennähte. Fetteinscheidung; darüber M. supinator vernäht. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Dreimal wöchentlich Faradisation; leichte Massage.

Befund 1 Jahr 9¾ Monate nach Operation: Keine Muskelatrophien. Dorsalflexion der Hand und der Fingergrundgelenke leicht eingeschränkt. Sensibilität vollkommen intakt; keine trophischen Störungen.

Resultat: Heilung. Patient klagt noch über eine gewisse Kraftlosigkeit im rechten Arm. 100 % arbeitsfähig. Patient bezieht keine Rente.

Epikrise: Es handelt sich bei diesem Patienten um eine Totaldurchtrennung des rein motorischen R. profundus, wodurch der untere Lähmungstyp zustande gekommen ist. Trophische Störungen sind in typischer Weise nicht vorhanden.

Die Regeneration hat nach der Operation wuchtig eingesetzt und schon nach 5 Monaten war die Streckung des Handgelenks nur noch wenig eingeschränkt. Die Geschwindigkeit der vollkommenen Wiederherstellung der Nervenleitung ist frappant.

Die Operation gestaltete sich als schwierig und zuerst konnte der R. profundus weder von dorsal noch von volar her aufgefunden werden. In einer zweiten Sitzung gelang es dann schliesslich, die Nervenverletzung im M. supinator zu finden und eine tadellose Naht anzulegen.

Krankengeschichte 23. Nr. 3267. 1938, J. B., 46-jähriger Schreiner.

Unfall 25. 7. 37: Nachts von Auto angefahren und zu Boden geworfen. Commotio; grosse Kopfwunde. Schwere Verletzung in linker Ellbeuge mit Eröffnung des Gelenkes und Abspaltung von Knochenfragmenten vom Radiusköpfchen und Condylus lateralis. Radialis vollständig durchgerissen. Andernorts Wundrevision und *Primärnaht* des Radialis. Nach anfänglich starker Infektion heilt die Wunde.

Nachher schwere motorische und sensible Radialislähmung mit totaler Entartungsreaktion sämtlicher Radialismuskeln. An Dorsalfläche des Unterarms hypästhetische Zone. Trophische Störungen fehlen.

Operation 6. 4. 38 (8½ Monate nach Unfall): Resektion eines auf einen Drittel verjüngten Abschnittes; Termino-terminal-naht durch 6 Stiche mit paraffinierter Seide unter Ueberbrückung einer Diastase von 5,5 cm. Fetteinscheidung. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Fangpackungen, Bäder, Massage und Bewegungsübungen. Bis 29. 9. 38 mit Tonisator behandelt, später Galvanisation.

Befund 6 Jahre 8¼ Monate nach Operation: Ganzer linker Arm leicht atrophisch. Fallhand, aktive Dorsalflexion der Hand aber fast bis Mittelstellung möglich. Streckung im Ellbogen nicht vollständig. Keine Sensibilitätsstörung mehr. Trophische Störungen fehlen völlig.

Resultat: motorisch wesentliche Besserung, sensibel Heilung. Patient bezieht eine Dauerrente von 50 %, die sich zum grössten Teil auf die Folgen der Commotio stützt.

Epikrise: Wir sehen hier einen mittleren Lähmungstyp mit vollständiger Lähmung des M. supinator und teilweisem Funktionsausfall des M. brachioradialis. Auch der N. cutaneus antebrachii dorsalis ist durchtrennt worden.

Wegen der schweren Eiterung, die im Anschluss an die erste Wundversorgung aufgetreten ist, hat die *Primärnaht* wahrscheinlich nicht gehalten. Es wurde deshalb eine *Sekundärnaht* nötig, die aber lange Zeit keine Heilungstendenz zeigte. Erst 2 Jahre nach der Operation machten sich die ersten Zeichen einer Restitution bemerkbar, als die Dorsalflexion der Hand und die Supination des Unterarms in geringem Masse möglich wurde. Gleichzeitig war auch eine Besserung der elektrischen Erregbarkeit festzustellen; Extensor carpi radialis und Extensor digitorum communis zeigten eine fast normale Reaktion.

Obschon die Funktion des Nerven sehr spät wiedererwachte, ist doch ein ordentlicher Erfolg eingetreten, besonders was die Sensibilität anbelangt. Dieses Resultat ist umso beachtenswerter, als die Sekundärnaht unter sehr schwierigen Verhältnissen an-

gelegt werden musste, war doch die respektable Diastase von 5,5 cm zu überwinden. Der Mann kann die Hand zum Arbeiten wieder ordentlich brauchen, ist aber durch Residuen der beim Unfall erlittenen Hirnerschütterung psychisch stark verändert. Auch diese Radialisverletzung hat keine trophischen Störungen zur Folge gehabt.

Krankengeschichte 24. Nr. 9070/1947, A. C., 42-jähriger Mineur.

Motorradunfall 5.5.46: Kollision mit Auto, bleibt mit linkem Arm an Türfalle hängen. Oberarm aufgerissen, ausgedehnte Verletzung der Muskulatur; Radialis vollständig durchgerissen, die Stümpfe stark aufgesplittet. Andernorts Wundversorgung und *seitliche Implantierung* des proximalen Radialisendes in das distale durch einige Catgutnähte.

Nachher vollständige motorische und sensible Radialislähmung mit typischer Fallhand. Schwere Atrophie sämtlicher Radialis Muskeln mit totaler Entartungsreaktion.

Operation 11.6.47 (13 Monate nach Unfall): Radialis komplett durchtrennt, beide Enden in Narben eingebettet. Beidseitige Anfrischung und Termino-terminal-anastomose mit 5 feinsten Seidennähten. Muskulatur durch einige Knopfnähte zu einer Röhre geschlossen. Postoperativer Verlauf ungestört.

Nachbehandlung: Elektrotherapie dreimal wöchentlich, Radialisschiene.

Zur Zeit der Abfassung vorliegender Arbeit (15 Monate nach der Operation) macht sich eine ganz geringe Streckfähigkeit in Finger 2 und 3 bemerkbar. Linker Vorderarm sehr stark atrophisch, besonders die Streckermuskeln. Die Sensibilität hat sich wieder eingestellt bis auf einen kleinen Bezirk über dem Daumengrundglied.

Epikrise: Hier handelt es sich um einen mittleren Lähmungstyp, wobei auch der M. brachioradialis vollständig gelähmt ist, hingegen der N. cutaneus antebrachii dorsalis verschont geblieben ist. Seit der Operation ist eine zu kurze Zeit vergangen, als dass ein endgültiges Urteil abgegeben werden könnte. Die Prognose ist aber als ungünstig zu taxieren, da die Sekundärnaht spät ausgeführt wurde und die Atrophien sehr erheblich sind. Es ist schade, dass keine richtige Primärnaht angelegt wurde; die damals ausgeführte Operation war gänzlich wertlos.

Krankengeschichte 25. Nr. 6029/1943, R. G., 21-jähriger Vermessungstechniker.*)

Trauma 14.4.42: Cibazolinjektion von 5 cc. in rechten Triceps. Sofort Radialiskrampf in maximaler Dorsalflexion der Hand, der sich nach kurzer Zeit löst und in eine totale motorische Lähmung übergeht. Nur Caput longum des Triceps ist verschont; alle übrigen Radialis Muskeln zeigen totale Entartungsreaktion. Sämtliche dorsale Muskeln des Unterarms atrophisch. Hypästhesie und Hypalgesie auf Daumen-Dorsalseite. Keine trophischen Störungen.

*) Veröffentlicht durch M i n k o w s k i : Schweiz. Med. Wschr. 1943, 930 (Vortragsbericht) Fall 1. Die Beobachtung reicht bis Anfang Mai 1943.

Operation 15. 1. 43 (9 Monate nach Trauma): Radialis auf 3,5 cm Länge stark verdünnt mit fließenden Uebergängen. Resektion und Termino-terminalanastomose durch 6 feinste Seidennähte. Drei Fäden reissen wegen der grossen Diastase (4,2 cm) und müssen nochmals angelegt werden. Postoperativer Verlauf zuerst etwas gestört durch Eiterung, wodurch Naht lange klafft.

Nachbehandlung: Dreimal wöchentlich Galvanotherapie, Bewegungen im Bad. Die Behandlung dauerte über 2 Jahre.

Befund 4 Jahre 3½ Monate nach Operation: Extension im Handgelenk mit ganz geringem Fehlbetrag. Extension der Finger 1, 4 und 5 mangelhaft. Hyperästhesie und Hyperalgesie über Daumen. Patient bekomme in Kälte oft steife Finger mit starker Cyanose.

Resultat: wesentliche Besserung. Patient ist nur bei feinen Arbeiten wie Zeichnen und Schreiben gehindert. Die Versicherung richtete ihm eine Pauschalabfindung von Fr. 20 000 aus.

Epikrise: Es ist bekannt, dass verschiedene Medikamente, in die Nähe eines Nervenstammes injiziert, eine starke lokale Neuritis hervorrufen können. So hat Oppenheim Ischiadicuslähmungen nach Injektion von Aether, Salvarsan, Sublimat und Alkohol beobachtet. Eine ausführliche Beschreibung über eine vollständige Medianuslähmung wegen missglückter intravenöser Neo-Salvarsan-Injektion gibt Jost. Scheid berichtet über Nervenschädigungen nach intramuskulären Injektionen von Transpulmin, wobei das darin enthaltene Chinin toxisch wirkt. Unsere Beobachtung zeigt, dass auch Sulfonamide, intramuskulär injiziert, Nervenschädigungen hervorrufen können. Bei der Injektion habe Patient eine eigenartige Sensation wie eine «Stichflamme» gehabt, aber keine Schmerzen, da durch eine vorausgegangene Cibalgin-Morphium-Injektion die Schmerzempfindung herabgesetzt war.

Im Gebiet der Nervenläsion wurden überraschenderweise gar keine Narben gefunden, was sonst bei toxischen Lähmungen immer beobachtet wurde. Nach der Operation trat eine Eiterung auf, die vielleicht die Heilung etwas verzögert hat, denn die ersten Besserungszeichen erschienen erst nach einem Jahr, als gleichzeitig mit dem Wiedererwachen der Funktion der Extensoren für die Hand eine Hyperästhesie und eine Hyperalgesie im früheren hypästhetischen Gebiet auftrat. Diese Phase der Hyperpathie dauert heute noch an, sodass der Zustand sich noch etwas bessern dürfte. Immerhin liegt die Operation schon 4¼ Jahre zurück.

V. NAHT AM MUSCULOCUTANEUS

Krankengeschichte 26. Nr. 7050/1944, L. M., 29-jähriger Schuhmacher.

Unfall 9. 10. 43: Luxation der rechten Clavicula im lateralen Gelenk beim Handballspiel. Andernorts operative Versorgung; Drahtung der Clavicula an Processus coracoideus.

Nachher motorische und sensible Lähmung des Musculocutaneus. Supination leicht abgeschwächt. Flexion im Ellbogen aktiv vollständig, aber kraftlos. M. brachioradialis kontrahiert sich kräftig, während Biceps und Brachialis schlaff bleiben. Hypästhesie im Gebiet des N. cutaneus antebraçhii radialis. Keine trophischen Störungen.

Operation 6. 9. 44 (11 Monate nach Unfall): Drahtschlinge, die den Musculocutaneus umschnürt, wird entfernt. Nerv an dieser Stelle narbig. Resektion und End-zu-End-Anastomose durch 5 feinste Seidennähte. Der Nerv liegt jetzt 2,5 cm vom Coracoid entfernt. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Galvanisation bis 19. 12. 44; Massage; Benerva forte-Injektionen.

Befund 2 Jahre 5 Monate nach Operation: Biceps atrophisch. Ellbogenflexion abgeschwächt mit Tendenz zu Pronation. Im Gebiet des N. cutaneus antebraçhii radialis keine Störungen mehr festzustellen. Schmerzhaftigkeit im Verlauf des Musculocutaneus am Oberarm. Keine trophischen Störungen.

Resultat: geringe Besserung. Patient klagt über Kraftlosigkeit und rasche Ermüdung im rechten Arm, was ihn als Schuhmacher stark behindere. Die Versicherung bezahlt ihm eine Rente von 33 $\frac{1}{3}$ % innerhalb der nächsten 2 Jahre.

Epikrise: Diese Beobachtung stellt eine Rarität dar, die in ihrer Art einzig dasteht. Durch eine Drahtfixation der lateral luxierten Clavicula nach angeblich neuer Methode (2 Bohrlöcher in der Clavicula und eines im Coracoid) wurde eine isolierte Musculocutaneuslähmung hervorgerufen. Bei der operativen Freilegung sah man eindeutig, dass die Drahtschlinge nicht durch das Coracoid hindurchging, sondern dieses umschlungen und dabei den Musculocutaneus erfasst hatte. Die Operation war schwierig wegen starker Vernarbung und Blutung aus der Muskulatur.

Die ersten Symptome der Heilung zeigten sich erst nach 16 $\frac{1}{2}$ Monaten, als der Biceps sich zu kontrahieren anfang und im Gebiet des N. cutaneus antebraçhii radialis Parästhesien auftraten. Da seit der Operation eine verhältnismässig kurze Zeit vergangen ist, kann eventuell eine weitere Besserung noch eintreten.

VI. NAHT DES PLEXUS BRACHIALIS

Krankengeschichte 27. Nr. 4187/1940, M. W., 4-jähriger Knabe.

Unfall 3. 12. 39: Patient fällt aus rasch fahrendem Auto. Ganzer linker Plexus brachialis oberhalb Clavicula stumpf durchtrennt. Arteria subclavia durchgerissen, thrombosiert spontan Totale motorische und sensible Plexus brachialis-Lähmung. Linker Arm hängt herab, Krallenhand. Nur Deltoides und Triceps kontrahieren sich ganz schwach. Anästhesie am ganzen Arm und an der Hand mit Ausnahme eines streifenförmigen Bezirkes an der Innenseite des Oberarms (vom N. intercostobrachialis versorgt). Schwere trophische Störungen.

Operation 23. 8. 40 (8 $\frac{3}{4}$ Monate nach Unfall): Unter Clavicula sanduhrförmige Verjüngung des ganzen Plexus mit fliessenden Uebergängen. Resek-

tion auf 4 cm. Termino-terminal-anastomose durch 9 Seidenknopfnähte. Umscheidung mit Fettstückchen aus Infraclaviculargrube. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Massage, Elektrotherapie.

Befund 3½ Jahre nach Operation: Die Sensibilität hat sich stark gebessert bis auf einen hyperästhetischen Bezirk an Vorderseite des Oberarms. Motorisch nur geringe Besserung, Streckermuskeln am Unterarm noch völlig gelähmt.

Um diesen Ausfall zu überbrücken, werden andernorts 2 *Sehnentransplantationen* ausgeführt:

1. Sehne des Flexor carpi radialis an Sehne des Extensor pollicis brevis angenäht,
2. Sehne des Flexor carpi ulnaris an vereinigttes Sehnenbündel des Extensor digitorum communis und Extensor pollicis longus angenäht.

Befund 6½ Jahre nach der Nervennaht: Ganzer linker Arm und Hand atrophisch und im Wachstum stark zurückgeblieben. Schulter mit Schlottergelenk, wahrscheinlich durch den lange Zeit nach der Sehnentransplantation getragenen Gipsverband. Vor- und Rückwärtshalte in Schulter eingeschränkt. Beugung und Streckung im Ellbogen nicht maximal. Pronation unmöglich, Unterarm ständig in leichter Supinationsstellung. Finger in Krallenstellung. Daumen adduziert.

Feine Berührung am ganzen Arm und an der Hand gespürt, mit Ausnahme einer hypästhetischen Zone an Vorderfläche des Oberarms. Lokalisationsfehler an Fingern, besonders bei Berührung deren volaren Seiten. Trophische Störungen ausgesprochen.

Resultat: motorisch geringe, sensibel wesentliche Besserung.

Epikrise: Diese schwere totale Plexuslähmung verlangte eine langjährige Behandlung. Die Spätnaht brachte keinen durchschlagenden Erfolg, weshalb nachträglich andernorts 2 Sehnentransplantationen ausgeführt wurden, die aber den Zustand nicht wesentlich verbessern konnten. Als sehr ungünstiges Moment muss hier die Durchtrennung der Arteria subclavia gewertet werden. Die dadurch hervorgerufene Ernährungsstörung zeigt sich deutlich am atrophischen und im Wachstum zurückgebliebenen Arm.

Ganz charakteristisch ist die Tatsache, dass sich die proximalen Muskeln am Oberarm und an der Schulter recht ordentlich erholt haben, hingegen die Regeneration der Nervenleitungen nicht bis in die Hand vorgedrungen ist; eine Bestätigung des Etzold'schen Gesetzes. Die Fingerbewegungen bleiben rudimentär. Einzig die Sensibilität hat grosse Fortschritte gemacht. Der jetzige Befund ist als Endzustand zu bewerten, da die Nervennaht vor 6½ Jahren ausgeführt wurde.

Folgende Krankengeschichte ist nicht in die Statistik aufgenommen worden, da Patient noch unter Behandlung steht.

Nr. 9567/1948 G. G., 41-jähriger Lehrer.

Velounfall 20. 8. 47: Sturz mit rechter Schulter an Telefonstange. Fraktur der Scapula und zweier Rippen; Plexus brachialis abgerissen. Totale motorische und sensible Plexuslähmung.

Operation 20. 4. 48 (nach 8 Monaten): Termino-terminal-Verbindung zwischen 5. und 6. Wurzel und Seitenverbindung zwischen ableitender 5. in ableitende 6. Wurzel.

Epikrise: Patient wird wegen des vorauszusehenden Misserfolges, der rein anatomisch bedingt ist, nächstens zur Ablatio brachii kommen müssen. Die Situation am freigelegten Plexus war für die End-zu-End-Verbindung sehr ungünstig, weil an der 6. und 7. Wurzel die zentralen Nervenstümpfe unsichtbar waren. Es würde sich lohnen, den Operationstermin bei analogen Verletzungen viel früher festzusetzen, da nicht bei allen Plexus brachialis-Zerreissungen die Läsion am Wirbelloch zu liegen braucht und eventuell grössere Nervenstümpfe für die Naht zugänglich sein könnten.

VII. FIBULARISNAHT

Beide Patienten mit Fibularislähmung mussten leider ohne Naht wieder entlassen werden; beim Ersten war die Naht aus technischen Gründen unmöglich, beim Zweiten konnte wegen schwerem Myokardschaden nicht operiert werden.

Krankengeschichte 28. Nr. 6497/1943, C. C., 46-jähriger Maurer.

Unfall 6. 7. 42: Sturz vom Gerüst; Fraktur des linken Tibiakopfes. Andernorts blutige Reposition; versehentlich N. fibularis durchschnitten. *Primärnaht.*

Trotzdem totale motorische und sensible Fibularislähmung. Fuss in paralytischer Equino-varusstellung mit typischem Steppergang. Gefühlsempfindung im Fibularisgebiet stark herabgesetzt. Atrophie am distalen Unterschenkel, sonst keine trophischen Störungen.

Operation 22. 10. 43 (15½ Monate nach Unfall): Derbe Muskelnarben machen ein Auffinden des Fibularis unmöglich. Der Eingriff wird mit vollem Misserfolg abgebrochen.

Nachbehandlung: Badekur.

Befund nach 3 Jahren 2½ Monaten: Fibularislähmung bleibt bestehen. Linkes Bein ca. 5 cm kürzer; Atrophie an Wade und Fuss.

Epikrise: Diese Beobachtung zeigt deutlich, welche Folgen eine kleine Unachtsamkeit bei einer Operation haben kann. Durch die blutige Reposition einer Tibiakopffraktur, wobei aus Versehen der N. fibularis durchschnitten wurde, entsteht dem Mann nun ein bleibender Nachteil. Eine Spontanheilung konnte selbstverständlich bei der starken Vernarbung der Muskulatur nicht eintreten.

Ueber die Primärnaht habe ich keine genauen Angaben erhalten können, da die Operation auswärts vorgenommen wurde.

Wahrscheinlich haben schon damals derbe Muskelnarben die Regeneration verhindert. Das Auffinden der Nervenenden wäre vielleicht möglich gewesen, wenn keine so lange Wartezeit bis zur Sekundärnaht innegehalten worden wäre.

Eine Operations-Kontraindikation wegen schwerer Herzinsuffizienz zeigt folgende Beobachtung:

J. S. Nr. 8247/1946. Ein 51-jähriger Gärtner wird beim Holzfällen von einem fallenden Stamm an der linken Kniegegend getroffen, wobei das Fibulaköpfchen frakturiert. Nachher macht sich eine Fibularislähmung bemerkbar. Da Patient einen schweren Myokardschaden hat, darf eine Operation nicht riskiert werden.

Resultat: Eine Regeneration des Fibularis findet unter konservativer Therapie nicht statt; die Lähmung bleibt unverändert.

VIII. TIBIALISNAHT

Krankengeschichte 29. Nr. 6498/1943, F. B., 21-jähriger Handlanger.

Unfall 2.7.43: Verletzung mit der Hacke unterhalb des linken Malleolus internus. Stark blutende Wunde. Lähmung des N. tibialis mit Einschränkung der Zehenflexion und vollständiger Anästhesie der Fusssohle. Schmerzen auf der Innenseite des Fusses, beim Gehen bis in Kniekehle ausstrahlend. Schonhinken.

Operation 22.10.43 (3 Monate 3 Wochen nach Unfall): Randständige Nervennarbe und spindelige Verdickung an Teilungsstelle des N. tibialis in N. plantaris medialis und lateralis. Resektion des Neuroms und Terminoterminal-anastomose mit feinsten Seidenknopfnähten. Fettumscheidung. Postoperativer Verlauf gut.

Nachbehandlung: Wechselbäder, Massage, Schuheinlage.

Befund 3 Jahre 3 Monate nach Operation: Fuss etwas schmaler als auf der Gegenseite. Atrophie des Abductor hallucis, des Abductor digiti V. und der Sohlenmuskulatur. Gang ungestört. Ganze Fusssohle hyperästhetisch. Geringe trophische Störungen.

Resultat: motorisch mässige, sensibel wesentliche Besserung. Der Begutachter schlägt am 4.2.47 eine 15%ige Rente vor.

Epikrise: Patient befindet sich noch in der Phase der Hyperpathie, die sich in der Hyperästhesie der Fusssohle ausdrückt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich noch eine weitere Besserung einstellen wird. Bis die Regeneration in Gang kam, dauerte es allerdings $10\frac{1}{2}$ Monate. Zuerst machte die Anästhesie an der Fusssohle einer Hypästhesie Platz und die beginnende Hyperpathie war deutlich zu erkennen an der Hyperästhesie des medialen Fussrandes. Etwas später erwachte auch die Muskelfunktion, die sich jedoch nicht ganz befriedigend restituierte.

Tabelle 5

Nr.	Alter	Nervennaht	Operationstermin	Resultate
1	45-j.	Ulnaris total	7 Monate	wesentliche Besserung
2	21-j.	« «	5 ³ / ₄ Monate	Misserfolg
3	30-j.	« «	6 ³ / ₄ Monate	wesentliche Besserung
4	28-j.	« «	6 ¹ / ₂ Monate	wesentliche Besserung
5	18-j.	« «	13 ¹ / ₂ Monate	wesentliche Besserung
6	49-j.	« «	5 Jahre nach 1. Symptomen	wesentliche Besserung
8	29-j.	« «	4 ¹ / ₂ Monate	Misserfolg
9	49-j.	« partiell + Neurolyse	11 Monate	geringe Besserung
10	22-j.	Ulnaris part.	4 ¹ / ₄ Monate	wesentliche Besserung
11	14-j.	Medianus part. + Endoneurolyse	3 ¹ / ₂ Monate	motorisch Heilung sens. wesentl. Besserung
12	51-j.	Medianus total	2 Jahre 10 Mon.	motorisch Heilung sens. geringe Besserung
13	44-j.	« partiell	1 Monat	wesentliche Besserung
14	38-j.	« «	4 Monate	motorisch Heilung sens. geringe Besserung
15	31-j.	« total	1 Jahr 5 ¹ / ₂ Mon.	wesentliche Besserung
16	33-j.	« «	5 Monate	motorisch Heilung sens. wesentl. Besserung
17	23-j.	« partiell	4 ¹ / ₄ Monate	wesentliche Besserung
19	41-j.	Medianus part. Ulnaris total	6 Monate	Medianus: Heilung Ulnaris: ger. Besserung
20	53-j.	Medianus und Ulnaris total	13 ¹ / ₂ Monate	Medianus: motor. geringe, sens. wesentl. Besserung Ulnaris: motor. Heilung, sens. wesentl. Besserung
21	25-j.	Medianus part. Ulnaris total	3 ¹ / ₄ Monate	beide Misserfolg
22	37-j.	Radialis total	3 Monate	Heilung
23	46-j.	« «	8 ¹ / ₂ Monate	motor. wesentl. Besserung sensibel Heilung
25	21-j.	« «	9 Monate	wesentliche Besserung
26	29-j.	Musculocuta- neus total	11 Monate	geringe Besserung
27	4-j.	Plexus bra- chialis total	8 ³ / ₄ Monate	motor. geringe Besserung sens. wesentl. Besserung
29	21-j.	Tibialis total	3 ³ / ₄ Monate	motor. geringe Besserung sens. wesentl. Besserung

Dritter Teil

Die Resultate der Nervennaht

Von unsern 29 Operierten scheiden für die Beurteilung 4 aus. Einmal konnte wegen Abwesenheit des Patienten im Ausland die Kontrolluntersuchung nicht vorgenommen werden. Ein Patient starb, bevor ein postoperativer Befund erhoben werden konnte. Einmal wurde die Nervennaht erst vor kurzer Zeit ausgeführt und einmal war die Sekundärnaht aus anatomischen Gründen unmöglich. Es bleiben also für die Auswertung der Resultate 25 Patienten, bei denen insgesamt 28 mal die Nervennaht zur Ausführung kam, denn 3 Patienten hatten gleichzeitig 2 Nerven verletzt.

Die Operationen wurden stets von P.-D. Dr. Winterstein ausgeführt, sodass bei allen Patienten die gleichen Voraussetzungen für die Regeneration bestanden. Der grösste Teil der Patienten konnte in Lokalanästhesie operiert werden.

Das Ergebnis einer Nervennaht kann erst nach jahrelangem Verlauf definitiv beurteilt werden. Ein frühes Einsetzen der ersten Besserungsanzeichen bedeutet nicht unbedingt eine rasche Heilung. Das Tempo der Regeneration wechselt oft zwischen Etappen rasch fortschreitender Restitution und monatelangen stationären Zwischenräumen. Das Auftreten der ersten Regenerationszeichen wird bei der Mehrzahl unserer Patienten 4 Monate nach der Operation beobachtet; der früheste Termin beträgt ein Monat, der späteste Termin 2 Jahre. Die Beobachtungszeit nach der Operation schwankt bei den statistisch verwerteten Patienten zwischen 1 Jahr 1 Monat und 9 Jahren 5 Monaten. Der Durchschnitt liegt bei ungefähr 4 Jahren; für die Beurteilung der Resultate eine genügend lange Zeitspanne.

Woran erkennt man den *Erfolg einer Nervennaht*? Die Wiederkehr der Sensibilität allein ist zum Beweis einer erfolgreichen Nervennaht nicht genügend, wie aus folgenden Ueberlegungen hervorgeht.

Das Hautgebiet ist individuellen Schwankungen der Innervation unterworfen. Schon L e t i é v a n t 's Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Nerv durchschnitten sein kann und trotzdem das betreffende Hautgebiet nicht gefühllos zu sein braucht. Die

Sensibilität wird ersetzt durch Anastomosen der Nerven und durch Vermittlung von Tastkörperchen, welche in der Nachbarschaft der gelähmten Hautpartie liegen und mit unversehrten Nerven in Verbindung stehen. (Létiévant's sensibilité supplée). Anastomosen zwischen den Nerven sind zahlreich. Gruber fand an 250 Extremitäten die hohe Unterarmanastomose zwischen Medianus und Ulnaris 38 mal. Die Anastomose zwischen Musculocutaneus und Medianus am Oberarm beobachtete Spalteholz in 30%; die tiefe Anastomose zwischen Medianus und Ulnaris haben wir bereits erwähnt. Foerster hat diese Anastomosen genau untersucht. Eine kurz nach der Operation verschwindende Sensibilitätsstörung darf also nicht dazu verleiten, die Naht ohne weiteres als erfolgreich zu betrachten, wenn nicht gleichzeitig die Muskelfunktionen erwachen.

Auch bei den Muskeln sind Innervationsanomalien vorhanden, indem sie Bewegungsimpulse durch Anastomosen von unversehrten Nerven erhalten. Täuschungen können auch dadurch vorkommen, dass die gelähmten Muskeln durch Synergisten aus einem intakten Nervengebiet vertreten und so Bewegungen ausgeführt werden, die bei oberflächlicher Betrachtung die tatsächliche Lähmung übersehen lassen. (Létiévant's motilité supplée). Meist sind aber diese Supplementärbewegungen im Vergleich mit der gesunden Extremität viel weniger ausgiebig und kraftlos.

Einen eindeutigen Beweis für die wiederhergestellte Leitungsfähigkeit eines Nerven haben wir in den *sichtbaren Kontraktionen der Muskelbäuche und dem Vorspringen ihrer Sehnen*. Auch die *Rückbildung der Muskelatrophie* ist ein Zeichen, dass der Nerv wieder funktionsfähig geworden ist. Ein weiteres Hilfsmittel, um über die Nervenregeneration Aufschluss zu erhalten, ist die elektrische Reizung des Nervenstammes an bestimmten Prüfpunkten. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass willkürliche Bewegungen wieder erscheinen können, bevor die Entartungsreaktion verschwunden ist. Wir haben deshalb auf die elektrische Untersuchung bei den Nachkontrollen verzichtet, zumal sie aus technischen Gründen nicht gut möglich war.

Bei der Beurteilung des Erfolges einer Nerven-naht ist vor allem die praktische Gebrauchsfähigkeit des Gliedes zu berücksichtigen. Dazu muss das Zusammenspiel aller Muskeln, wie es sich bei der Arbeit ergibt, in Betracht gezogen werden. Ein einzelner Muskel kann wieder vollkommen funktionstüchtig sein, ohne dass dadurch vom praktischen Standpunkt aus viel gewonnen wäre. Es geht deshalb nicht an, nur zwischen erfolgreicher Naht und Misserfolg zu unterscheiden; vielmehr muss eine weitere Unterteilung der Erfolge in Heilung, wesentliche Besserung

und geringe Besserung gemacht werden. Da sich die Motilität und die Sensibilität nicht immer gleichwertig erholen, wird mehr Wert auf die erstere gelegt und eine Heilung der Motilität bei Besserung der Sensibilität als Heilung beurteilt.

Ueberblicken wir die Heilergebnisse anhand der Tabelle 5 auf Seite 35, so haben wir folgendes Bild:

Von 28 Einzelnähten resultieren:

- 7=25,0 % mehr oder weniger vollkommene Heilungen,
- 11=39,3 % wesentliche Besserungen,
- 6=21,4 % geringe Besserungen,
- 4=14,3 % Misserfolge.

Der Prozentsatz der erfolgreichen Nervennähte liegt somit bei 85,7 %.

Jost verzeichnet unter seinen Beobachtungen (19 von 28 Patienten sind für die Auswertung brauchbar) eine Erfolgsziffer von 73,5 %, die sich aus 10,5 % Heilungen, 42 % wesentlicher Besserungen und 21 % geringer Besserungen zusammensetzt. Lehmann's Statistik über 436 von verschiedenen Autoren operierten Friedensnervenverletzungen weist 83,7 % Erfolge auf. Foerster berichtet über 370 eigene Patienten mit Schussverletzungen an peripheren Nerven; 97 % wurden mit Erfolg operiert, davon 55 % geheilt. Nach andern Autoren sind die Erfolgsaussichten bei Schussverletzungen geringer; Stoffel gibt sie mit 62 % an, Spielmeyer mit 59 % und Ranschburg mit nur 35,7 %. Es handelt sich allerdings um Kriegsverletzungen, die an sich eine schlechtere Prognose haben, weil durch Geschosse und Granatsplitter viel ausgedehntere Quetschungen und Zerreißen entstehen und somit die Wundverhältnisse viel ungünstiger sind.

Nach unseren Beobachtungen verteilen sich die Resultate auf die einzelnen Nerven wie folgt:

Tabelle 6

Nerv	-Anzahl	Resultate
Ulnaris	12	1 Heilung (8,3 %) 6 wesentliche Besserungen (50 %) 2 geringe Besserungen (16,7 %) 3 Misserfolge (25 %)
Medianus	10	5 Heilungen (50 %) 3 wesentliche Besserungen (30 %) 1 geringe Besserung (10 %) 1 Misserfolg (10 %)
Radialis	3	1 Heilung 2 wesentliche Besserungen
Musculocutaneus	1	1 geringe Besserung
Plexus brachialis	1	1 geringe Besserung
Tibialis	1	1 geringe Besserung

Der recht schöne Operationserfolg ist zu einem guten Teil auf die Operationstechnik zurückzuführen. Die Resektion eines narbig veränderten Nervenabschnittes und die Anfrischung an den Nervenenden wurde stets so weit nach proximal und distal geführt, bis die Nervenkelb ihren normalen Querschnitt zeigten. Obwohl dadurch die Diastase zwischen den Nervenstümpfen oft beträchtlich wurde, konnte stets eine *direkte End-zu-End-Naht*, d. h. ohne irgendwelche Ueberbrückungsmethoden, angelegt werden. Eine tadellose Anastomose konnte manchmal nur unter starker Flexionsstellung der Gelenke erreicht werden. Die grössten Diastasen, die durch direkte End-zu-End-Naht überbrückt werden konnten, waren 5,5 cm (Krankengeschichte 23) und 6 cm (Krankengeschichte 21). In feinsten Arbeit wurden die Nervenstümpfe möglichst ohne Spannung und ohne Drehung aneinandergebracht. War der Nerv nur teilweise ladiert, so wurde nach Ausschneidung der Nervenarbe eine partielle Naht angelegt, wobei sich die unversehrten Kelb in eine Schleife legten.

Die Knopfnähte aus feinsten Seide wurden nur durch das Perineurium geführt, um ja keine Nervenfasern zu verletzen. Es handelt sich also um die «*paraneurale*» *Nervennaht*. Dieses Vorgehen trägt viel zum Erfolg der Naht bei, denn durch geringste Stichverletzungen entstehen im Innern der Nerven kleine Narben, welche die Regeneration der Achsencylinder beeinträchtigen können.

Um störende Verwachsungen mit der Umgebung zu vermeiden, wurde wenn möglich ein gestielter oder besser freitransplan- tierter Fettgewebslappen um den Nerven fixiert. Diese Art der Umscheidung gibt auch L e x e r als die günstigste an. Diese Fett- transplantate scheinen bei unseren Patienten überall gehalten zu haben; keine der umscheideten Nähte zeigte eine spätere Nar- benumklammerung; eine entscheidende Beeinflussung der Re- sultate konnte jedoch nicht festgestellt werden. Liegt der Nerv in Muskulatur, so genügt es, über und unter der Naht die Mus- kulatur exakt zu vernähen.

Wichtig ist die übersichtliche Darstellung des Operations- gebietes unter weitgehender Freilegung des Nerven. Vorbedin- gung dafür ist die absolute Beherrschung der Anatomie. Dennoch ist aber das Aufsuchen der Verletzungsstelle am Nerven oft mit grosser Schwierigkeit verbunden (siehe Krankengeschichten 22 und 28).

Bevor wir auf die einzelnen Nervennahte eingehen, wollen wir uns mit den allgemein wichtigen Faktoren, die auf den Heil- verlauf einen Einfluss ausüben, auseinandersetzen.

Unsere Beobachtungen haben ergeben, dass zwischen tota- len und partiellen Nervennahten prognostisch kein wesentlicher

Unterschied besteht. Von den 28 statistisch brauchbaren Nähten sind 20 totale und 8 partielle Anastomosen. Unter den ersteren sind 17 = 85 % erfolgreich, unter den letzteren 7 = 87,5 %. Es scheint uns deshalb berechtigt, bei der weiteren Untersuchung der Resultate die totalen End-zu-End-Verbindungen nicht von den partiellen Anastomosen zu sondern.

Eine der wichtigsten Fragen ist wohl die, ob *das Intervall zwischen Unfall und Operation* einen entscheidenden Einfluss auf das Endresultat ausübt.

Der Operationstermin schwankt bei unsern Patienten zwischen 1 Monat und 2 Jahren 10 Monaten, bei der Mehrzahl zwischen 3 und 8 Monaten. Nach Operationstermin geordnet ergeben sich bei 27 einzelnen Nervenverletzungen*) folgende Resultate:

Tabelle 7

Operationstermin	Zahl der Nervennähte	Heilung	Resultate Besserung	Misserfolg
1 bis 3 Monate	2	1 = 50 %	1 = 50 %	0
3 bis 6 Monate	12	4 = 33,3 %	4 = 33,3 %	4 = 33,3 %
6 bis 9 Monate	6	0	6 = 100 %	0
9 bis 12 Monate	2	0	2 = 100 %	0
später als 12 Monate	5	2 = 40 %	3 = 60 %	0

Um den Einfluss des Operationstermins deutlicher erscheinen zu lassen, stellen wir zweckmässig Gruppen zu drei Monaten auf. Die Angaben in Prozent haben selbstverständlich nur relativen Wert. Aus der Tabelle geht hervor, dass die Operation innerhalb der ersten drei Monate nach dem Unfall den höchsten Prozentsatz an Heilungen aufweist (50 %). Bei einem Intervall bis 6 Monate ist bei einem Drittel der Operierten Heilung eingetreten und vom 6. Monat ab sind keine Heilungen mehr zu verzeichnen, ausser bei zwei Patienten, die später als ein Jahr nach dem Unfall operiert wurden. Diese zwei Beobachtungen sollen aber nicht dazu verleiten, die Prognose der Spätoperation allzu hoch einzuschätzen; der gute Erfolg zeigt aber, dass eine sehr spät ausgeführte Nervennaht nicht ohne weiteres aussichtslos ist.

Sehr auffallend ist die Tatsache, dass sämtliche Misserfolge innerhalb eines Operationstermins von 3 bis 6 Monaten aufgetre-

*) Die Patientin mit einem spontan entstandenen Ulnarisneurinom ist hier nicht mit aufgeführt.

ten sind. Das hängt damit zusammen, dass darunter eine kombinierte Ulnaris-Medianus-Verletzung und zwei Ulnarisverletzungen sind, die unter den Nervenverletzungen die schlechteste Prognose haben.

F o e r s t e r ' s Beobachtungen gehen in die gleiche Richtung; er fand ein deutliches Sinken des Prozentsatzes der Heilungen mit zunehmendem Intervall zwischen Unfall und Operation. Bei einem Operationstermin von 1 bis 3 Monaten verzeichnete er in 68,7 % Heilung, bei einem Operationstermin von 4 bis 6 Monaten in 63 % und bei einem Termin von 7 bis 9 Monaten in 42,9 %. Ebenso beobachtete auch F o e r s t e r einzelne erfolgreiche Nerven-nähte nach längerem Intervall.

R a n s c h b u r g fand unter den innerhalb der ersten 6 Monate operierten 47 % Erfolge, unter den zwischen 7 und 12 Monaten Operierten 41,3 % Erfolge und bei einem Intervall von mehr als 2 Jahren nur noch 9,1 % Erfolge. S t r a c k e r beobachtete bei einem Intervall von 1 bis 3 Monaten in 66 %, bei einem Intervall von 4 bis 6 Monaten in 50 %, bei einem Intervall von 7 bis 22 Monaten in 24 % bedeutende Besserung. Nach den Erfahrungen des letzten Weltkrieges hält Z i l l m e r den 3. Monat nach der Verletzung am günstigsten für die Spätnaht.

Diese Beobachtungen zeigen eindeutig, dass die *Frühoperation* der Spätnaht eine bessere Prognose besitzt. Sie soll innerhalb der ersten 6 Monate nach der Verletzung ausgeführt werden, denn vom 6. Monat ab sind die Resultate der Naht schlechter.

Die Frühoperation hat gegenüber einer späteren Operation weitere grosse Vorteile. Einmal ist die Nerven-naht in technischer Hinsicht viel einfacher, weil die Uebersicht über die anatomischen Verhältnisse klarer ist. Später machen Narbenbildungen an der Verletzungsstelle Orientierungsschwierigkeiten, die ein Aufsuchen des Nervenstammes verunmöglichen können (siehe Krankengeschichte 28). Ausserdem besteht der Vorteil, dass die Naht ohne weiteres angelegt werden kann oder zur Anfrischung der Nervenstümpfe nur sehr wenig reseziert werden muss. Es ergibt sich also eine geringe, stets ohne Spannung überbrückbare Diastase der Nervenenden. Schliesslich muss auch auf das soziale Moment hingewiesen werden, dass die Verletzten umso länger arbeitsunfähig und behandlungsbedürftig bleiben, je länger die Operation hinausgeschoben wird.

Verfolgen wir nun *das Einsetzen der Restitution*. Der früheste Termin beträgt 1 Monat, der späteste 2 Jahre. Der grösste Teil der Operierten zeigt ein Intervall von durchschnittlich 4 Monaten.

Tabelle 8

Operationstermin	Auftreten der Restitution		durchschnittlich
	frühestens	spätestens	
1 bis 3 Monate	2 1/2 Monate	5 Monate	3 3/4 Monate
3 bis 6 Monate	1 Monat	2 Jahre	9 3/4 Monate
6 bis 9 Monate	1 Monat	2 Jahre	12 1/2 Monate
später als 9 Monate	1 1/4 Monate	16 1/2 Monate	7 Monate

In Bezug auf das Einsetzen der Regeneration hat die Frühoperation bis 3 Monate nach der Verletzung günstigere Aussichten. Bei einem Operationstermin von 1 bis 3 Monaten tritt die Restitution durchschnittlich nach 3 3/4 Monaten auf, ohne zeitliche Extreme zu zeigen. Vom dritten Monat ab liegen die Durchschnittswerte höher, weil sowohl sehr frühzeitiger wie auch extrem später Regenerationsbeginn beobachtet wird. Eine gesetzmässige Abhängigkeit vom Operationstermin besteht jedoch nicht. Eine Funktionswiederkehr setzt z. B. schon nach 7 Wochen ein, obwohl die Spätnaht 2 Jahre 10 Monate nach der Verletzung ausgeführt wird (siehe Krankengeschichte 12). Auch Foerster und Jost fanden, dass der Regenerationsbeginn unabhängig vom Operationstermin ist und durchschnittlich bei 4 bis 5 Monaten liegt.

Oft dauert es lange, bis die ersten objektiven Zeichen einer Besserung sichtbar sind; 6 unserer Patienten weisen ein Intervall von mehr als einem Jahr auf und trotzdem ist der Erfolg z. T. ein sehr guter. Diese Beobachtungen zeigen, dass der postoperative Verlauf nicht parallel dem Restitutionsbeginn geht und die Resultate bei früh einsetzender Regeneration nicht besser sind.

Die beginnende Regeneration äussert sich oft in einer Hyperpathie. Die Patienten klagen über Elektrisierungsgefühl und Ueberempfindlichkeit der Haut auf kleinste Reize. In der Hälfte dieser Beobachtungen zeigt sich gleichzeitig eine Besserung der Motilität. Häufig finden wir zuerst ein Wiedererwachen der Sensibilität; seltener erscheint die Motilität früher als die Sensibilität. Die gleiche Beobachtung machte auch Schillings. Es kommt auch vor, dass sich die motorische und die sensible Lähmung gleichzeitig zurückbildet, ohne dass Symptome der Hyperpathie auftreten. So sehen wir ein buntes Bild und es ist unmöglich, eine Gesetzmässigkeit im Erscheinen der ersten Regenerationszeichen zu finden.

Das Alter der Patienten bewegt sich zwischen 14 und 53 Jahren, einmal handelt es sich um einen 4-jährigen Knaben. Im jugendlichen Alter sind die Resultate der Nervennaht im grossen Ganzen besser; Heilungen und weitgehende Besserungen sind zahlreicher. Aber auch bei älteren Leuten sind völlige Heilungen

möglich, wie auch umgekehrt bei jungen Patienten Misserfolge beobachtet werden. Das Alter scheint keinen wesentlichen Einfluss auf das Resultat auszuüben.

Die Prognose der Nerven-naht in Bezug auf die Höhenlokalisation zeigt deutliche Unterschiede. Etzold sagt: «Die Wiederherstellung der Funktion ist umso langsamer und unvollständiger, je näher dem Zentrum die Nervenverletzung stattgefunden hat.» Dieser Satz hat sich auch bei uns bewahrheitet, wie bei Verletzungen der langen Armnerven deutlich ersichtlich ist.

Ulnaris und Medianus sind 17 mal am Handgelenk oder Vorderarm und 5 mal am Ellbogen oder Oberarm genäht worden. Die *proximale* Naht ergibt eine wesentliche und eine geringe Besserung und 3 völlige Misserfolge. Die *distale* Naht hingegen ist 16 mal erfolgreich, worunter 6 vollständige Heilungen der Motilität sind; nur einmal ist der Erfolg ausgeblieben.

Die distale Naht hat also eine viel bessere Prognose. Der Grund liegt darin, dass die sich regenerierenden Achsencylinder eine bedeutend kürzere Strecke zurückzulegen haben. Der Restitutionsbeginn ist aber vom Höhengitz der Läsion unabhängig; bei Nervenverletzungen am Handgelenk dauert es oft sehr lange, bis die ersten Zeichen der Regeneration eintreten (siehe Krankengeschichte 3 und 14). Die gleiche Beobachtung machte auch Foerster.

Nachdem wir einen Ueberblick über die Resultate und deren Beeinflussung durch verschiedene Momente gewonnen haben, wollen wir uns bei den einzelnen Nerven noch etwas aufhalten.

a) Die Resultate der Ulnarisnaht.

Von unsern 10 Operierten scheidet einer für die statistische Verwertung aus, da der betreffende Patient wegen Abreise ins Ausland nicht nachkontrolliert werden konnte.

Die Resultate lauten: 6 wesentliche Besserungen

1 geringe Besserung

2 völlige Misserfolge.

Die Ulnarisnaht hat bei keinem Patienten eine vollständige Heilung gebracht. Es ist bezeichnend, dass die Restitution der Mm. interossei fast nie eine vollkommene ist. Auffallend sind die schweren trophischen Störungen der Haut, die leider trotz erfolgreicher Naht nicht restlos verschwinden und von den Patienten stets als sehr unangenehm empfunden werden.

Welches sind die Gründe der mangelhaften Regeneration? Wie wir oben gesehen haben, spielt das Alter der Patienten keine wesentliche Rolle; es ist aber immerhin auffällig, dass die

beiden vollständigen Misserfolge auf junge Leute von 21 und 29 Jahren fallen. Wenn wir die Operationsberichte durchsehen, so finden wir überall eine gut gelungene Adaptation der Nervenkel. Allerdings betrug die Diastase der Nervenstümpfe einmal 4 cm, sodass sich das Anlegen der Naht ziemlich schwierig gestaltete und der Nerv nachher in einer gewissen Spannung lag. Die Operationen wurden in einem günstigen Zeitpunkt ausgeführt, abgesehen von 2 Patienten, bei denen die Naht erst 11 und 13½ Monate nach der Verletzung angelegt wurde. Der Restitutionsbeginn bewegt sich zwischen 1 und 7 Monaten; nur einmal dauerte es 18 Monate bis eine Besserung sichtbar wurde.

In der Literatur wird die Ulnarisnaht durchwegs als die ungünstigste bezeichnet. Nach Ranschburg beträgt die Erfolgsziffer nur 33 %. Oltramare schreibt in seiner «Chirurgie de guerre», dass am Ulnaris im letzten Weltkrieg nur unvollständige Heilungen oder partielle Erfolge erzielt worden sind. Gosset verzeichnet unter 36 Operierten 17 % Heilungen oder grosse Besserungen, 36 % leichte Besserungen und 47 % Misserfolge. Oberndörffer berechnet den Erfolg der Ulnarisnaht auf 72 %, während am Medianus 84 % und am Radialis 85 % der Nähte erfolgreich sind.

Die Ursache der schlechten Erfolge der Ulnarisnaht kann darin liegen, dass der Ulnaris vom Handgelenk an nicht weniger als 13 kleine Muskeln zu versorgen hat. Jeder derselben muss ein genügendes Quantum Regenerate erhalten, damit er befriedigend funktioniert. Da die Regeneration an der Nahtstelle zwar im Ueberschuss erfolgt, also jede distale Leitbahn eine grosse Menge Achsencylinder zugeführt bekommt, da aber die nicht passenden Fasern wieder resorbiert werden, so wird das Quantum der richtigen Achsencylinder, d. h. derjenigen, welche die Vorderhornzellen mit den dazugehörigen Muskeln verbinden, zu gering. Versorgt aber ein Nerv nur wenige, dazu noch synergistische Muskeln, wie z. B. der Musculocutaneus, so fällt diese Schwierigkeit weg. Es ist ganz gleichgültig, ob der Biceps nach gelungener Regeneration auf seiner lateralen Seite von Fasern versorgt wird, die ursprünglich zur medialen gehörten, oder ob ein Teil der Bicepsfasern jetzt den Brachialis bedient und umgekehrt. Beim Ulnaris werden aber Achsencylinder, die beispielsweise in den Adductor pollicis einwachsen, aber primär mit dem Opponens digiti V. verbunden waren, funktionslos und also ausgeschaltet.

b) Die Resultate der Medianusnaht.

Von unsern Medianusverletzten sind 7 für die Auswertung brauchbar; ein Patient ist gestorben, bevor ein postoperativer

Spätbefund erhoben werden konnte. Zusammenfassend finden sich folgende Ergebnisse:

- 4 Heilungen der Motilität bei Besserung der Sensibilität.
- 3 wesentliche Besserungen.

Wir finden unter den 7 Medianusnähten keinen einzigen Misserfolg. Dieses überraschend gute Resultat ist hauptsächlich auf zwei Ursachen zurückzuführen. Erstens sind mehr als die Hälfte nur partielle Nähte und zweitens, was ausschlaggebend ist, erfolgte die Verletzung stets weit peripher, sodass die sich regenerierenden Nervenfasern nur eine kurze Strecke zurückzulegen hatten. So ist es auch erklärlich, dass zweimal trotz sehr spät ausgeführter Naht der Erfolg nicht ausgeblieben ist. Mehrheitlich aber erfolgte die Operation frühzeitig und es gelang durchwegs eine schöne Adaptation der Nervenkel.

Der Beginn der Restitution ist etwas später als bei den Ulnarisnähten, durchschnittlich 4—5 Monate nach der Operation. Der früheste Beginn wird mit 7 Wochen, der späteste mit 2 Jahren festgestellt.

Die Prognose der Medianusnaht ist nach unserer Erfahrung bedeutend günstiger als diejenige der Ulnarisnaht. In der Literatur finden wir keinen so krassen Unterschied. Unter den 28 Nervenähten, die Jost zusammengestellt hat, sind 6 Medianusnähte, die zur Hälfte erfolglos geblieben sind. Ranschburg sah in 27,5 % Misserfolge, Spielmeier sogar in 50 %. Besser sind die Ergebnisse bei Foerster; er fand unter 83 statistisch brauchbaren Medianusnähten 41 % Heilungen, 56,6 % Besserungen und 2,4 % Misserfolge.

c) Resultate bei gleichzeitiger Naht am Medianus und Ulnaris.

Alle drei Patienten sind statistisch verwertbar. Die Ergebnisse lauten:

- 1 Heilung am Ulnaris bei ordentlicher Besserung am Medianus.
- 1 Heilung am Medianus bei mässiger Besserung am Ulnaris.
- 1 völliger Misserfolg an beiden Nerven.

Es liegt auf der Hand, dass die Prognose ungünstiger ist, wenn zwei Nerven gleichzeitig verletzt sind. Meist besteht eine grössere Verletzung und damit eine erhöhte Gefahr der Infektion und Narbenbildung. Die trophischen Störungen sind entsprechend schwerer ausgebildet. Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn wir unter den drei Patienten nur 2 partielle Heilungen finden.

Aussergewöhnlich ist aber die Tatsache, dass gerade bei der am frühesten ausgeführten Naht kein Erfolg eingetreten ist (Krankengeschichte 21). Dazu handelt es sich noch um einen sehr jungen Patienten. Die Ursache liegt vor allem darin, dass die Verletzung am Oberarm stattgefunden hat, was einen langen Weg für die Regeneration der Achsencylinder bedingt und die Prognose erfahrungsgemäss verschlechtert. Eine Regeneration ist eingetreten, wie die gute Funktion des Pronator teres deutlich zeigt; aber sie ist zu schwach, um bis in die Peripherie vorzudringen.

d) Die Resultate der Radialisnaht.

Von unsern 4 Patienten scheidet einer für die Auswertung aus, da seit der Operation zu kurze Zeit vergangen ist. Die Operationsresultate sind folgende:

- 1 vollständige Heilung,
- 1 Heilung der Sensibilität bei wesentlicher Besserung der Motilität,
- 1 wesentliche Besserung.

Alle drei Radialisnähte sind von gutem Erfolg begleitet, einmal wird sogar eine völlige Heilung erzielt. Diese Resultate sind umso überraschender, als es sich durchwegs um totale Termino-terminal-anastomosen handelt, wobei sehr grosse Diastasen (bis 5,5 cm) zu überwinden waren. Die günstigste Situation zeigt Beobachtung 22, abgesehen davon, dass der Ramus profundus bei der ersten Operation nicht aufgefunden werden konnte. Die Spätnaht wurde in einer zweiten Sitzung 3 Monate nach dem Unfall angelegt und schon nach 5 Monaten setzte die Besserung ein. Bei den zwei andern Patienten wurde die Operation nach 8 $\frac{1}{2}$ und 9 Monaten ausgeführt und die ersten Regenerationszeichen erschienen sehr spät. Trotzdem ist ein befriedigendes Resultat erzielt worden, wenn auch keine vollständige Heilung eingetreten ist.

Dass sämtliche Radialisnähte von Erfolg gekrönt sind, ist wohl nicht allein dem Umstand zuzuschreiben, dass es sich um jugendliche Patienten handelt, sondern auch darauf zurückzuführen, dass der Radialis unter den Nerven die beste Heilungstendenz aufweist. Der Grund ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass der Radialis nur synergistisch wirkende Muskeln versorgt. Es ist gleichgültig, ob der laterale Kopf des Triceps regenerierende Achsencylinder erhält, die aus der Leitungsbahn für den medialen Kopf ausgesprosst sind oder umgekehrt; ein durch den Radialis übermittelter Bewegungsimpuls löst auf alle Fälle eine Streckbewegung aus.

In der Literatur wird fast durchwegs die Radialisnaht als die erfolgreichste bezeichnet. Oberndörffer fand von 80 Radialisnähten 85 % erfolgreich, Platt unter 35 Patienten 26 vollkommene Heilungen. Auch Oppenheim, Foerster u. a. stellten fest, dass der Radialis eine bessere Prognose hat als der Ulnaris und Medianus.

e) Das Resultat der Musculocutaneusnaht.

Der einzige Patient mit Verletzung des Musculocutaneus konnte fast 2 $\frac{1}{2}$ Jahre nach der Operation beobachtet werden, sodass das Resultat eine Beurteilung zulässt. Die Art der Verletzung und die Lokalisation hoch oben unter dem Coracoid stellt eine Seltenheit dar, die noch nie beobachtet wurde.

Die 11 Monate nach dem Unfall ausgeführte Spätnaht hat eine geringe Besserung gebracht. Aus dieser einzelnen Beobachtung darf aber nicht ohne weiteres auf eine ungünstige Prognose geschlossen werden. Foerster fand, dass der Musculocutaneus sogar die beste Prognose unter den Nerven hat. Er berichtet über 22 eigene Beobachtungen, von denen 19 geheilt, 3 gebessert wurden und kein einziger Misserfolg zu verzeichnen war.

f) Das Resultat der Plexusnaht.

Die einzige Plexuslähmung, die statistisch brauchbar ist, betrifft einen 4-jährigen Knaben. Die Spätnaht wurde 8 Monate und 3 Wochen nach dem Unfall ausgeführt und hat eine wesentliche Besserung der Sensibilität am Arm und an der Hand gebracht. Von den Muskeln funktionieren nur die Schulter- und Oberarmmuskeln befriedigend, während die distalen Muskelgruppen am Unterarm und an der Hand noch völlig gelähmt bleiben. Man erkennt hier sehr deutlich das von Etzold aufgestellte Gesetz.

Die Nervennaht hat bei einer totalen Durchtrennung des Plexus brachialis nur wenig Aussicht auf Erfolg. Es ist auch verständlich, dass die Prognose eine schlechte sein muss. Erstens werden die in unmittelbarer Nachbarschaft liegenden Gefäße meist mitverletzt, was eine schwerwiegende Ernährungsstörung des ganzen Armes zur Folge hat. Ein weiterer ungünstiger Faktor ist allein der Umstand, dass gleichzeitig mehrere Nerven verletzt werden. Drittens kann bei einer so zentral gelegenen Nervenverletzung die Regeneration kaum bis in die kleinen Handmuskeln fortschreiten. Viertens ist bei diesen Verletzungen damit zu rechnen, dass der Plexus, je nach dem Unfallhergang, nicht nur gequetscht, sondern auch gezerrt wird. Setzt sich der Zug bis ins Rückenmark fort, was bei dem kurzen Weg sehr wohl möglich ist, so werden die Wurzeln abgerissen oder die Ganglienzellen geschädigt und die Regeneration bleibt aus.

Oberndörffer nähte den Plexus brachialis 8 mal und erzielte nur einmal eine nahezu vollkommene Heilung, bei weiteren 4 Patienten eine Besserung und die übrigen 3 Plexusnähte waren erfolglos. Etzold berichtet über 6 Plexusnähte mit dem Resultat, dass nur eine erfolgreich gewesen sei. Einzig Foerster hat eine bedeutend höhere Erfolgsziffer zu verzeichnen; unter seinen 39 Plexusnähten waren nur 3 ohne Erfolg.

g) Die Resultate der Nervennaht an der untern Extremität.

Ueber die *Fibularisnaht* können wir keine Mitteilung machen, weil an beiden Fibularisverletzten die Naht nicht ausgeführt werden konnte. Die angebliche Primärnaht in Beobachtung 28 hat gar keinen Erfolg gehabt. Ueber die technischen Einzelheiten der Operation habe ich keine Angaben erhalten können, da sie andernorts ausgeführt wurde. Wahrscheinlich hat die ausgedehnte Narbenbildung in der Muskulatur die Regeneration verhindert.

Die einzige Beobachtung einer *Tibialisnaht* zeigt einen ordentlichen Erfolg. Von grosser Bedeutung ist neben dem jugendlichen Alter des Patienten die frühzeitig erfolgte Naht und der Umstand, dass die Verletzung weit peripher lag. Foerster hat 10 Tibialisnähte ausgeführt, von denen 6 in Heilung übergingen und 4 gebessert wurden.

Zum Schluss bleibt uns noch die Frage der *Nachbehandlung* zu erörtern. Fast sämtliche Patienten wurden einer mehr oder weniger intensiven Nachbehandlung unterworfen. Es wurden verschiedene physikalische Massnahmen angeordnet, wie Massage, aktive und passive Gymnastik, Fangopackungen, Bäder und Elektrotherapie. Foerster steht auf dem Standpunkt, dass jede operativ behandelte Nervenverletzung der elektrischen Nachbehandlung unterworfen werden soll. Durch die elektrisch erzielten Kontraktionen der gelähmten Muskeln soll das Fortschreiten der Degeneration verhindert und der Regenerationsprozess im Nerven selbst angeregt werden.

Wir finden verschiedene gute Resultate bei Patienten, die keiner Nachbehandlung unterworfen wurden, und umgekehrt Misserfolge trotz intensiver Nachbehandlung. Die gleiche Beobachtung machte auch Jost, der keine besondere Heilungsbegünstigung durch die Nachbehandlung feststellte. Auch Schillings fand, dass die Elektrotherapie keine auffällige Beschleunigung des Restitutionsvorganges hervorrufen könne, hingegen durch Massage und Bäder der Heilungsverlauf günstig beeinflusst werde. Ebenso fand Kraus bei 66 Nervenverletzten keinen wesentlichen Unterschied zwischen elektrisch behandelten

und unbehandelten Patienten. Ehalt tritt sogar gegen die elektrische Nachbehandlung und Massage ein. Dagegen hat Dr. Lüthy den (statistisch bei unserem verhältnismässig kleinen Krankengut nicht zu beweisenden) Eindruck, dass die sachgemäss durchgeführte Galvanisation die maximalen Muskelatrophien zu verhindern imstande ist und also gemäss Foerster das Endresultat günstig beeinflusst.

Eine geringfügige Nervenläsion kann eventuell schon durch Elektro-mechano-therapie geheilt werden. Wexberg stellte bei rein konservativ behandelten Nervenverletzungen in 21,8% Heilung oder bedeutende Besserung und in 30,4% geringe Besserung fest. Foerster fand unter 2160 konservativ behandelten Patienten 1320 = 60% geheilt und 660 = 30% gebessert. Selbstverständlich handelt es sich um Patienten, bei denen angenommen wurde, dass die Kontinuität des Nerven erhalten geblieben sei. Diese Diagnose zu stellen bietet zu Beginn einer Lähmung oft grosse Schwierigkeiten, denn eine Blutung oder eine Narbenumklammerung kann einen Druck auf die unversehrten Nervenkel ausüben und so eine Totaldurchtrennung vortäuschen. Umgekehrt kommt es auch vor, dass die Nervenverletzung zuerst als geringfügig beurteilt wird oder überhaupt nicht erkannt wird. Oft kann erst nach der Nervenfreilegung entschieden werden, ob eine Resektion mit nachfolgender End-zu-End-Naht oder eine Neurolyse zu erfolgen hat.

Die konservative Therapie hat nur dann einen Sinn, wenn keine schwere Nervenverletzung vorliegt, also bei partieller Durchtrennung oder Quetschung. Ist der Nerv ganz durchtrennt, so ziehen sich beide Stümpfe mehr oder weniger zurück und dazwischen bildet sich bald eine derbe Narbe, die der Regeneration der Achsencylinder ein unüberwindliches Hindernis entgegengesetzt. Jede sicher diagnostizierte Totaldurchtrennung stellt daher eine klare Indikation zur Operation dar. Ebenso wird man bei frischen Schnittverletzungen danach trachten, sofort eine Primärnaht anzulegen. Immerhin ist aber daran zu denken, dass eine nach dem Trauma auftretende Eiterung der Wunde zuerst ganz abgeheilt sein muss, bevor eine Nerven-naht angelegt werden darf. Für die Primärnaht besteht also die grundsätzliche Bedingung ganz einwandfreier Wundverhältnisse.

Während der konservativen Therapie sind wiederholte Untersuchungen unbedingt erforderlich, denn der Verlauf einer Nervenverletzung entscheidet über das weitere Vorgehen. Tritt nach einigen Monaten keine sichtbare Besserung ein, so soll mit der Operation nicht länger gezögert werden, denn wie unsere Beobachtungen gezeigt haben, hat die Frühoperation innerhalb der ersten 6 Monate nach der Verletzung die besten Heilungsaussichten.

Zusammenfassung

Im ersten Teil wird bei der Besprechung der Aetiologie und Art der Friedensnervenverletzungen festgestellt, dass Schnitt- und Stichverletzungen am häufigsten sind. Unter diesen stehen die Glasscherbenverletzungen im Vordergrund. Durch scharfes Trauma entstehen meist totale oder partielle Nervendurchtrennungen, bei stumpfen Verletzungen bleibt die Kontinuität erhalten, wobei sich entweder ein Neurom zu bilden pflegt oder der Nerv sanduhrförmig verengt ist. An unsern Patienten wird die partielle Kontinuitätstrennung am häufigsten beobachtet. Totaldurchtrennungen sind bei Ulnarislähmungen am zahlreichsten. Die Hauptlokalisation der Nervenverletzungen liegt am Handgelenk und betrifft dort am häufigsten den Medianus. Im Gesamten gesehen ist der Ulnaris der meist lädierte Nerv.

Im zweiten Teil kommt die Kasuistik zur Besprechung. Von den insgesamt 29 Operierten mit 32 Nervenläsionen sind für die Auswertung 25 Patienten mit 28 Nervenverletzungen brauchbar. Tabelle 5 auf Seite 35 gibt eine Zusammenstellung dieser Beobachtungen.

Die Operationsresultate werden im dritten Teil ausführlich besprochen. Der Erfolg der Termino-terminal-naht beziffert sich auf 85,7⁰/₀; davon sind 25⁰/₀ mehr oder weniger vollkommene Heilungen, 39,3⁰/₀ wesentliche Besserungen, 21,4⁰/₀ geringe Besserungen und 14,3⁰/₀ Misserfolge. Zwischen totaler und partieller Naht besteht prognostisch kein wesentlicher Unterschied; von den ersteren sind 85⁰/₀, von den letzteren 87,5⁰/₀ erfolgreich.

Die Frühoperation bis 3 Monate nach der Nervenverletzung weist den höchsten Prozentsatz an Heilungen auf (50⁰/₀) und es wird kein einziger Misserfolg beobachtet. Bei einem Operationstermin von 3 bis 6 Monaten sind ein Drittel Heilungen, ein Drittel Besserungen und ein Drittel Misserfolge. Vom 6. Monat ab sind keine Heilungen mehr zu verzeichnen, mit Ausnahme von zwei Einzelbeobachtungen, bei denen die Operation später als 1 Jahr ausgeführt worden ist. Sämtliche Misserfolge sind innerhalb eines Operationstermins von 3 bis 6 Monaten aufgetreten; sie betreffen zwei Ulnaris- und eine kombinierte Medianus-Ulnarislähmung, die weitaus die schlechteste Prognose haben.

Das Einsetzen der Regeneration erfolgt bei der Frühoperation bis zum dritten Monat früher als bei späterer Operation; im übrigen besteht aber keine Abhängigkeit vom Operationstermin. Ein frühzeitiger Restitutionsbeginn bringt keine besseren Ergebnisse mit sich.

Das Alter der Operierten hat auf das Endergebnis einer Nervenennaht keinen wesentlichen Einfluss. Ein merklicher Unterschied besteht aber in der Höhenlokalisation der Nervenverletzung; die distale Naht hat eine bessere Prognose als die proximale.

Die Nachbehandlung post operationem bewirkt keine besondere Heilungsbegünstigung.

Die Ulnarisnaht ist in 75 % erfolgreich mit 8,3 % Heilungen, die Medianusnaht in 90 % mit 50 % Heilung und die Radialisnaht ist 100 % igit erfolgreich, wobei ein Drittel Heilungen sind. Die Einzelbeobachtungen von Musculocutaneus-, Plexus brachialis- und Tibialisnaht zeigen nur eine geringe Besserung.

Dankwort

Zum Schluss erfülle ich meine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Winterstein für die freundliche Ueberlassung der Krankengeschichten sowie für die wertvolle Unterstützung während meiner Arbeit herzlich zu danken. Ebenso spreche ich auch Herrn Dr. Lüthy für seine vielseitigen Anregungen und freundliche Mithilfe bei der Korrektur meinen besten Dank aus.

Literatur

- Bancroft and Pilcher*: Surgical treatment of the nervous system. Philadelphia 1946.
- Baudens*: zit. nach Kölliker.
- Bodechtel und Krautzun*: Grundriss der peripheren Nervenverletzungen. Leipzig 1943.
- Bumke und Foerster*: Handbuch der Neurologie. Bd. III 1937.
- Cannieu*: zit. nach Foerster.
- Ehalt, W.*: Behandlungsergebnisse von Verletzungen peripherer Nerven. 8. internat. Congr. ber. f. Unfallmed. u. Berufskrankh. 2, 419—440. 1939.
- Etzold, E.*: Klinische Untersuchung über die Nervennaht. Dorpat 1889. — Ueber Nervennaht. Dtsch. Zschr. f. Chir. Bd. 29.
- Flourens*: zit. nach Kölliker.
- Finkelnburg*: zit. nach Foerster.
- Foerster, O.*: Spezielle Anatomie und Physiologie der peripheren Nerven. Lewandowskys Handbuch der Neurologie, Erg. Bd. II/1 Berlin 1928. Symptomatologie der Schussverletzungen der peripheren Nerven. Erg. Bd. II/2, Berlin 1929. Therapie der Schussverletzungen der peripheren Nerven. Erg. Bd. II/3. Berlin 1929.
- Fraenkel*: zit. nach Foerster.
- Frohse*: zit. nach Foerster.
- Gosset, A.*: Plaies des nerfs par projectiles de guerre. Mém. Acad. Chir. 66, 220—221.
- Gruber*: zit. nach Kölliker.
- Jost, K. H.*: Naht und Resektion verletzter Nerven. (Diss.), Berlin 1940.
- Kölliker, Th.*: Verletzungen und chirurgische Erkrankungen der peripheren Nerven. Stuttgart 1890.
- Kraus, H.*: Behandlung und Nachbehandlung von Verletzungen peripherer Nerven. Ther. Gegenw. 82, 67—70. 1941.
- Küttner*: Chirurgische Kongressberichte 1931. Arch. f. klin. Chir. Bd. 167.
- Langier und Nélaton*: zit. nach Lehmann.
- Lehmann, H.*: Zur Technik der Naht peripherer Nerven. Zbl. Chir. 1943, 949—951.
- Lehmann, W.*: Grundzüge der Neurochirurgie. Dresden und Leipzig 1930. Chirurgie der peripheren Nervenverletzungen. Wien 1921.
- Letiéviant, E.*: Traité des sections nerveuses. Paris 1873.
- Lexer, E.*: Wiederherstellungschirurgie. Leipzig 1931. Bd. II.
- Melchior*: zit. nach Foerster.
- Oberndörffer*: zit. nach Lehmann, W.
- Oltramare, J.-H.*: Chirurgie de guerre. Lausanne 1944.
- Platt, H.*: The surgery of the peripheral nerve injuries of warfare. Bristol und Wien, 1921.

- Ranschburg, P.*: Heilerfolge der Nervennaht und sonstiger Operationen an mehr als 1500 Verletzten. Berlin 1918.
- Scheid, W.*: Nervenschädigungen nach intramuskulären Injektionen. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1940, 249—252.
- Schillings, C. J.*: Ueber die Nervennaht bei Verletzung peripherer Nerven. (Diss.) Bonn 1897.
- Spalteholz, W.*: Handatlas der Anatomie des Menschen. Bd. III. Leipzig 1940.
- Spielmeyer*: zit. nach Foerster.
- Stender, A.*: Die Behandlung der Schussverletzungen der peripheren Nerven. Dtsch. med. Wschr. 1941. II, 887—890.
- Stoffel*: zit. nach Foerster.
- Stracker*: zit. nach Foerster.
- Sunderland, S.*: The innervation of the first dorsal interosseus muscle of the hand. Anatom. Record 1946, 95/1 (7—10).
- Villiger-Ludwig*: Die periphere Innervation. Basel 1946.
- Wexberg*: zit. nach Foerster.
- Zillmer, W.*: Kriegschirurgie im Reservelazarett. Dresden und Leipzig 1943.
- Zimmer, A.*: Wehrmedizin, Kriegserfahrungen 1939 43. Wien 1944. Bd. II, 178 ff.
- Zülch, K. J.*: Kriegsverletzungen der peripheren Nerven, ihre Diagnose und chirurgische Behandlung. Med. Klin. 1942, 985—989 und 1016—1019.

Curriculum vitae

Am 29. Juli 1921 wurde ich in Zürich geboren und besuchte dort die Primarschule und das kantonale Gymnasium. Im Herbst 1940 bestand ich die Maturität, worauf ich an der Universität Zürich Medizin studierte. Im Herbst 1941 legte ich das erste und im Herbst 1943 das zweite propaedeutische Examen ab. Das Studium beendete ich im Sommer 1947 mit dem Staatsexamen.

